المرجع السهل في
علوم الأرض والبيئة

ابراهيم أبو عــواد

ابراهيم أبو عــواد

المرجع السهل في علوم الأرض والبيئة



المرجع السهل

في علوم الأرض والبيئة

حقيقة لابد من ذكرها

كل الأحداث التي تحدث في الطبيعة لا تأتي عبثاً وإنما كلها خاضعة لله سبحانه وتعالى، والكون والوجود والطبيعة من مخلوقات الله سبحانه وتعالى وهو المتصرف الوحيد فيها. وهذه الحقيقة لا جدال فيها فتذكر هذا الأمر طوال مطالعتك لهذا الكتاب.

تنويه

هذا الكتاب عبارة عن دفتري لعلوم الأرض والبيئة عندما كنت في الصف الثاني الثانوي علمي في الكلية العلمية الإسلامية في عمان/الأردن، عام 1421هـ-2000م، حيث كان أستاذ المادة حسام أيوب، فهذا الكتاب هو تلخيص لمقرر علوم الأرض والبيئة للصف الثاني الثانوي العلمي الطبعة الثانية 1418هـ/-1998م (تأليف سعد عميره ود. جاسر خليف الربضي وآخرون).

المحتويات

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وإخوانه الأنبياء والآل والأصحاب لكل الأنبياء عليهم الصلاة والسلام.

فهذا كتاب "المرجع السهل في علوم الأرض والبيئة" عملت على إنجازه، وما كان ليحصل ذلك لولا فضل الله الذي لا يحصى، وصدق الله العظيم (وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لا تُحْصُوهَا إِنَّ اللَّهَ لَغَفُورٌ رَحِيمٌ) [سورة النحل الآية (18)].

وقد بذلت جهدي لإخراج هذا الكتاب بشكل لائق شامل لمواضيع متعددة ومختلفة بأسلوب أسئلة وإجابات، راجياً من الله تعالى أن يتقبلني في المخلصين الصالحين وأن يهدينا لما فيه ارتفاع شأن أمتنا بين الأمم، أنه نعم المولى ونعم النصير، وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين.

المؤلف

الباب الأول

مشكلات البيئة وحمايتها

الفصل الأول
المصادر الطبيعية واستنزافها

المصادر الطبيعية: مجموعة المواد الموجودة في البيئة:

المصادر الطبيعية غير المتجددة:

1- المصادر الطبيعية غير المتجددة: هي مصادر موجودة في الطبيعة (البيئة) تتجدد، وإذا تم استنفادها بشكل مستمر قد تنضب في النهاية. أمثلة: نقط، فحم حجري، الصخر الزيتي، الوقود الأحفوري.

2- المصادر الطبيعية المتجددة:

أ) المصادر الطبيعية المتجددة (لا يمكن استنزافها): مثل مصادر طبيعية لا تنضب وهي الشمس، الرياح، المياه، الحرارة الجوفية.

ب) المصادر الطبيعية غير المتجددة (يمكن استنزافها): مثل الثروة النباتية والحيوانية، التربة، المياه، الحرارة الجوفية: هي الطاقة الحرارية المختزنة في الصخور الساخنة القريبة نسبياً من سطح الأرض.

ملاحظات:

1- يمكن استغلال الحرارة الجوفية من المياه التي تصل درجة حرارتها إلى 200 س (طاقة البخار يمكن توليد الكهرباء منها).

2- يمكن استغلال الحرارة الجوفية من المياه التي تصل درجة حرارتها أقل من 150س في التدفئة المركزية.

3- لا يمكن الاستفادة من الحرارة الجوفية للمياه التي تصل درجة حرارتها 60س.

4- أن معدل تغير درجة الحرارة في الكرة الأرضية بالنسبة للعمق يزيد 3س/99م.

الحرارة الجوفية:

وضع طريقة إنتاج الطاقة الكهربائية من مياه الحرارة الجوفية؟

1- يتم حفر آبار تصل إلى الخزانات المائية الساخنة. يندفع البخار المضغوط إلى سطح الأرض عبر الأنابيب لتحريك مولدات كهربائية.

2- يتم إعادة الماء المكثف من بخار الماء عبر آبار مجاورة للآبار المنتجة لكي يعاد تسخينها.

استغلال الحرارة الجوفية في الأردن:

يوجد ينابيع ساخنة في الأردن، تصل درجة حرارتها إلى 65 س والتي تستخدم للعلاج الطبيعي.

هل يمكن توليد طاقة كهربائية على نطاق واسع في الأردن؟. علل.

لا، وذلك لأن درجة حرارة المياه الساخنة في الأردن لا تتعدى 65 س، أي أن الماء لا يكون في حالة بخار مضغوط، لذا لا يمكن إنتاج الكهرباء بشكل واسع.

ملاحظة: الممال الحراري للكرة الأرضية بالنسبة للعمق مقداره 1س/33م أي $\frac{1}{33}$س/م

أين توجد الينابيع الساخنة في الأردن؟

1- جنوب الأردن: عفرا، البربيطة.

2- وسط الأردن: ماعين، الزارا.

3- شمال الأردن: الحمة الأردنية.

الطاقة العضوية:

ما هي مصادر الطاقة العضوية؟ وماذا ينتج كل نوع منها؟

1- المواد العضوية السكرية (الكربوهيدرات)، وتنتج مادة الأيثانول.

2- المخلفات العضوية الناتجة من المياه العادمة، والنفايات العضوية. تنتج مادة الميثان.

الوقود الأحفوري:

ماذا نقصد بالوقود الأحفوري؟

هو الوقود الناتج من مخلفات الكائنات الحية، والتي تكونت عبر ملايين السنين، وتشمل:

1- النفط

2- الغاز الطبيعي

3- الفحم الحجري

4- الصخر الزيتي

ما مميزات الغاز الطبيعي عن النفط؟ [مميزات الغاز الطبيعي].

1) قلة تلويثه للبيئة إذا تم حرقه كاملاً.

2) الكمية المستخرجة منه فقط 18% من مجمل الطاقة في العالم.

علل: استخدام العالم للنفط أكبر من استخدامهم للغاز الطبيعي.

الجواب:

1- مخاطر استخدام الغاز بما قد يحدث من انفجارات.

2- يلزمنا وسائل نقل خاصة للغاز الطبيعي.

3- كلفة نقله ضعفا كلفة نقل النفط [النقطة 1، 2 هما عيوب الغاز الطبيعي].

علل: يقل استخدام الإنسان للنفط في القرن القادم.

الجواب: لأن النفط يستخدم حالياً بشكل واسع، في حين الغاز الطبيعي لا يستغل من طاقته سوى 18% من مجمل الطاقة في العالم وهذا يجعله يدوم لفترة أطول من النفط.

الاستنزاف:

أ) استنزاف التنوع الحيوي

التنوع الحيوي: اختلاف وتعدد الكائنات الحية في الطبيعة (كل الكائنات الحية).

- ما دور كل نوع من سلسلة النظام الغذائي؟

يعمل على تمثل نقل الطاقة من مستوى غذائي إلى مستوى غذائي آخر.

- ما خطورة انقراض نوع من الأنواع الحية؟

إن كل نوع من الأنواع الحية ينقل الطاقة من مستوى غذائي إلى مستوى غذائي آخر، وعند انقراض نوع من الأنواع يحدث فجوة في السلسلة الغذائية، وتضعف قدرتها في تحويل الطاقة والمواد الغذائية.

ملاحظة: خلال العقدين (2000 إلى 2020) سيتعرض ربع التنوع الحيوي إلى الانقراض (7.5 مليون من أصل 30 مليون نوع).

أ) استنزاف الغطاء النباتي:

حرائق، قطع جائر، رعي جائر، الكوارث الطبيعية (براكين، زلازل، أعاصير) تلوث.

الرعي الجائر: استهلاك الغطاء النباتي من الماشية بنسبة تفوق تجدده في الطبيعة.

قطع (الغابات المطرية): الغابات التي تستقبل نسباً عالية من الأمطار، ويكون فيها رطوبة عالية.

آثار قطع الغابات:

1- تعرض التربة للانجراف.

2- فقر التربة بالمغذيات.

3- عدم توفر العشب الوفير (الغطاء النباتي) للماشية.

4- تغير المناخ.

5- انقراض، اختفاء بعض الحيوانات التي تعيش في الغابة.

6- الغابة تحتوي على الأصول الوراثية للنبات واختفائها يعني ضياع الأصول.

ب) استنزاف الحيوانات البرية:

1- الصيد الجائر: أخطر أنواع الصيد في موسم التكاثر (القضاء على جيل كامل) مثل الفيل الأفريقي.

2- التلوث: المبيدات الحشرية (أنواع من الطيور) – الأمطار الحمضية (بعض الأسماك في أوروبا) – مخلفات المصانع.

1- تشتيت المصادر الطبيعية: هي عدم قدرة الإنسان على إعادة المصادر الطبيعية بالكامل.

2- التصحر: يشمل التصحر جميع النظم البيئية من أراض وأنظمة مائية ومناطق قطبية.

اذكر العوامل الهامة التي تساهم في حدوث التصحر؟

1- الرعي الجائر

2- قطع الأشجار

3- الزحف العمراني

4- التأثيرات المناخية (ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة، انحباس الأمطار، انجراف التربة)

5- الأنشطة الإنسانية والملوثات التي يطرحها الإنسان في النظام البيئي.

اذكر أهم العناصر التي يجب التركيز عليها محلياً وعالمياً في مجال مكافحة التصحر؟

1- تبني خطة إقليمية ضمن خطة عالمية للحد من التصحر.

2- تنمية الغطاء النباتي ووقف تدهوره.

3- التقليل من أثر انجراف التربة وتدهورها.

4- اتباع سياسة واضحة لاستخدامات الأراضي.

5- اتباع سياسة عمرانية مبنية على أسس بيئية.

6- إدارة المصادر الطبيعية بطريقة مبنية على أسس سليمة.

المحافظة على المصادر الطبيعية:

أ) المحافظة على التنوع الحيوي (حيوانات ونباتات).

1- زراعة الأشجار محل المقطوعة.

2- صيد الحيوانات في مواسم خاصة (غير موسم التكاثر).

3- حماية أماكن الكائنات الحية من التلوث.

4- حفظ أصول الأنواع (الجينات).

ب) المحافظة على التربة:

1- استخدام طرق ري ملائمة لظروف الطقس (الري بالتنقيط).

2- استعمال المحصول الملائم لظروف البيئة، واتباع الدورة الزراعية.

3- عدم استخدام الأسمدة الكيميائية.

ج) المحافظة على المصادر الجوفية:

عدم ضخ المياه بكميات كبيرة تفوق تجدد الخزان الجوفي.

- ما مخاطر الضخ الجائر؟

يؤدي إلى استنزاف المياه الجوفية وتملحها.

الفصل الثاني
التلوث وأثر الظواهر الطبيعية في البيئة

التلوث: النفايات: هي المواد التي تلقيها أو تولدها الكائنات الحية في النظام الطبيعي.

سؤال: ما دور (وظيفة) المحللات (بكتيريا، فطريات) في البيئة؟

الجواب: تقوم بتحليل بقايا الكائنات الحية إلى مواد أولية تعود إلى التربة لتستخدمها النباتات، أو تخزن في النظام البيئي.

علل: يتم التخلص من النفايات في البيئة بطريقة متوازنة (حدوث الاتزان في البيئة).

الجواب: ذلك لأن في البيئة يوجد محللات تستطيع التعامل مع نفايات البيئة بطريقة متوازنة فتعيد استعمال النفايات بكفاءة عالية.

أنواع النفايات:

اذكر أنواع النفايات التي تطرح في النظام البيئي مع ذكر مثالين على كل منها.

1) نفايات صلبة: أوراق الشجر، جثث الكائنات، الخشب.

2) نفايات سائلة: المياه العادمة، النفط.

3) نفايـــات غازيـــة: CO_2، (NHn) أكاســـيد النيتـــروجين، والكربـــون والكبريت.

النفايات الصلبة:

ما أنواع النفايات الصلبة التي يطرحها الإنسان في النظام البيئي؟

1) مواد فلزية: نحاس، حديد.

2) مواد عضوية مصنعة: بلاستيك، نايلون (مشتقات بترولية مصنعة).

3) مواد عضوية طبيعية: مواد غذائية، أخشاب.

علل: المواد البلاستيكية تعتبر مشكلة في البيئة (يتراكم البلاستيك في البيئة).

الجواب: لأن المواد لأن المواد البلاستيكية هي مركبات معقدة، لذا تحتاج زمن طويل حتى يتم التخلص منها عن طريق العوامل البيئية.

طرق التخلص من النفايات الصلبة:

اذكر دون شرح طرق التخلص من النفايات.

1- طريقة الطمر الصحي. **علل:** تعد طريقة الطمر الصحي من أكثر الطرق انتشاراً في العالم للتخلص من النفايات.

أ) تمنع حدوث تلوث خاصة للمياه الجوفية (حماية البيئة).

ب) تنتج عنها غازات يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء.

ما العوامل التي تؤخذ بعين الاعتبار لتحديد شكل وحجم المكب الصحي؟

1- طبيعة التربة

2- عدد السكان

3- نمط الاستهلاك

ما هي الطريقة المستخدمة في الطمر الصحي لمنع اختلاط النفايات بالمياه الجوفية؟

يتم إنشاء مواقع المكبات في تربة رملية أو طينية، ويتم عزلها بواسطة طبقات من الأسمنت أو البلاستيك مع توفير نظام الصرف الصحي للسوائل المتكونة عن النفايات حيث يتم ضخها إلى خزانات خاصة.

- وضع طريقة الطمر الصحي في التخلص من النفايات.

1- يتم حفر حفرة كبيرة في التربة.

2- يتم عزلها بالطين أو الأسمنت أو البلاستيك مع توفير نظام الصرف الصحي للسوائل المتكونة عن النفايات حيث يتم ضخها إلى خزانات خاصة.

3- يتم تغطية النفايات بطبقة من التربة ثم يتم ضخها إلى خزانات خاصة.

4- يتم زراعة النباتات الحرجية فيها بعد الانتهاء كلياً من الموقع لمنع انجرافها.

ما هي فوائد استخدام الطمر الصحي في التخلص من النفايات؟

1- التخلص من النفايات وحماية البيئة من التلوث خاصة المياه الجوفية.

2- ينتج من عمليات التخمر والتحلل اللاهوائي للنفايات غاز المثيان الذي يتم تجميعه لاستخدامه كوقود لتوليد الكهرباء.

ما هي مساوئ (عيوب، مآخذ) على طريقة الطمر الصحي في التخلص من النفايات؟

1- احتمالية تلوث المياه الجوفية بفعل السائل الراشح نتيجة تسربه للخزان الجوفي.

2- تسرب الغازات الملوثة.

3- احتمالية حدوث انفجارات في الموقع.

طريقة الحرق والترميد:

اذكر طريقة الحرق والترميد في التخلص من النفايات الصلبة؟

تستخدم هذه الطريقة أفران خاصة عند درجة حرارة (900-2000) س حيث يتم حرق النفايات طوال الوقت ودون توقف.

ما فوائد استخدام طريقة الحرق والترميد في التخلص من النفايات؟

1- تقليل حجم النفايات في مكبات النفايات.

2- تسخين مراجل المياه التي تغذي شبكات التدفئة.

3- إنتاج بخار الماء الذي يستغل في توليد الطاقة الكهربائية.

ما عيوب (مساوئ) طريقة الحرق والترميد في التخلص من النفايات؟

1- حرق النفايات يؤدي إلى تلوث الهواء.

2- قد لا تؤدي هذه الطريقة إلى حرق النفايات بالكامل فيبقى جزء مع الرماد غير محترق يتم طمره في مكبات الطمر الصحي.

ما سمات الأجزاء غير المحترقة الناتجة عن الحرق والترميد؟

وجود تراكيز من العناصر الثقيلة.

اذكر طرق تقليل النفايات الصلبة والاستفادة منها؟

1- توعية المواطن بنمط استهلاكه للمواد المختلفة.

2- إعادة تصنيع بعض النفايات مثل الورق عن طريق فصل النفايات قبل عملية جمعها.

3- استخدام بعض تكنولوجيات هندسة الجينات للتخلص من أنواع معينة من النفايات.

4- إنتاج سلع ذات جودة عالية وتدوم لفترة طويلة من الزمن.

ملاحظة 1- يتم تطوير أنواع من الفطريات والبكتيريا للتخلص من: السيلينيوم.

ملاحظة 2- يعتبر السيلينيوم مادة: ذات سمية عالية.

ملاحظة 3- تنشأ مادة السيلينيوم: في مكبات الطمر الصحي.

تلوث المياه:

هو التغير في المواصفات والمعايير الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء الصالح للشرب، الاستعمال البشري.

1- الخواص الفيزيائية:

أ) اللون: يعد الماء من المواد لا لون لها وهو مادة شفافة.

ما الذي يغير لون الماء؟

يغير لون الماء العوالق والمواد الذائبة بسبب وجود مادة عضوية أو غير عضوية.

ملاحظة: 1- اللون الحقيقي للماء: هو اللون الناتج من المواد الذائبة فيه.

ملاحظة: 2- اللون الظاهري للماء: هو اللون الناتج من المواد العالقة أو انعكاس القاع أو السماء عليه.

ب) الطعم والرائحة: لا طعم للماء ولا رائحة إن كان نقياً وصالحاً للشرب.

ما الذي يسبب الطعم والرائحة للماء؟

وجود مسببات من المواد العضوية وغير العضوية، والكائنات الحية الدقيقة (بكتيريا، فطريات).

ملاحظة 1- أن الطعم والرائحة بينهما علاقة وثيقة فإذا تسببت مادة في رائحة ما للماء فهذا يؤدي إلى وجود طعم فيه والعكس غير صحيح. مثل المواد المعدنية، سكر وملح تسبب طعماً ولا تعطي رائحة.

ملاحظة 2- أن الذي يسبب رائحة البيض الفاسد للماء (أو الماء العادم) كبريتيد الهيدروجين H_2S.

ج) المواد الصلبة:

1- المعلقة: هي المواد التي لا تذوب في الماء وتبقى عالقة فيه.

- ما هي طريقة قياس كمية المواد الصلبة العالقة في الماء [طريقة قياس مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS)].

1- يتم ترشيح هذه المواد باستخدام ورق ترشيح ثم تجفيفها في فرن عند درجة حرارة 105 س (يتبخر الماء بالكامل) وبعد ذلك إيجاد كتلتها.

2- الذائبية هي المواد التي تدخل بين جزئيات الماء وتختفي.

- ما هي طرق قياس كمية المواد الذائبة في الماء؟

1- طريقة قياس مجموع المواد الذائبة (TDS): تبخير كمية وإيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية.

2- الموصلية الكهربائية: هي قابلية نقل الماء للتيار الكهربائي.

- ما العوامل التي لها دخل في الموصلية الكهربائية للماء في مجموع المواد الصلبة الذائبة فيه؟

1- درجة الحرارة

2- تركيز الأيونات وتكافئها

- ما هي وحدة قياس الموصلية الكهربائية؟

1- مايكروسمنز/سم

2- ملغم/لتر

- ما هي طريقة تحويل الميكروسيمنز/سم إلى ملي غرام/لتر؟

نضرب بثابت مقداره 0.64.

مثال1:

حول 200 ميكروسيمنز/سم إلى وحدة ملي غرام/لتر.

التحويل هو $2000 \times 0.64 = 1280$ ملي غرام/لتر.

مثال2:

حول 640 ملي غرام/لتر إلى وحدة ميكروسيمنز/سم.

التحويل هو $\frac{640}{33} = 1000$ ميكروسيمنز/سم.

- **علل:** لا يوجد للمواد الصلبة تركيب كيميائي معين عند وجودها في ماء الشرب [ما العوامل التي لها دخل في التركيب الكيميائي للمواد الصلبة الموجودة في الماء].

الجواب: وذلك لأن التركيب يستند إلى طبيعة الصخور التي يمر منها الماء وعلى طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية.

ملاحظة: للتحويل بالعكس، يعني من ملي غرام/لتر إلى ميكروسيمنز/سم نقسم على 0.64.

د) درجة الحرارة: **بزيادة درجة حرارة الماء:**

1- تزداد ذائبية المواد الصلبة القابلة للذوبان في الماء.

2- تقل ذائبية الغازات في الماء.

- إلى ماذا يؤدي زيادة درجة حرارة الماء؟

إن زيادة درجة حرارة الماء يؤدي إلى نقصان غاز الأكسجين فيه، وهذا يؤدي إلى استنزافه في الماء وموت الكائنات الحية المائية (تلوث حراري).

التلوث الحراري: هو موت الكائنات الحية المائية نتيجة زيادة درجة حرارة الماء، ونقصان نسبة غاز الأكسجين فيه.

- ما دور درجة الحرارة الأساسي على الكائنات الحية المائية؟

تحدد نشاط الأحياء المائية وفاعليتها إذ تزيد من عملية أكسدة المواد العضوية ومن ثم تحللها.

العكورة: هي خاصية تشتت الضوء وامتصاصه بوساطة المواد العالقة فيه.

- من المواد العالقة:

1- الطين

2- الزجاج الناعم

3- الكائنات الحية الدقيقة

- من أمثلة المواد التي لا تعكر الماء

1- قطع الزجاج الكبيرة

2- الرمل ذو الحبيبات الكبيرة (أي مادة حجم جزيئاتها كبيرة)

- ما العوامل التي لها دخل في العكورة (الامتصاص والتشتت)؟

1- حجم الحبيبات العالقة

2- تركيز الحبيبات

3- طبيعة سطحها

4- مدى شفافية المواد العالقة ومعامل انكسارها

2- الخواص الكيميائية:

إن أهمية الخصائص الكيميائية تأتي من وجود مواد كيميائية تغير التركيب الكيميائي للماء النقي من حيث الحموضة والقاعدية والسمية.

- ما هي الفحوصات التي تجري كيميائياً للماء؟

1- الرقم الهيدروجيني (الحمضية والقلوية)

2- العسرة

دار **اليــــازوري** العلميـــة

3- الأكسجين المذاب

4- العناصر الثقيلة

3- الخصائص البيولوجية:

الماء وسط ملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة إلى الأسماك الكبيرة.

- ما المؤشر الخطير على تلوث المياه بيولوجياً؟

وجود القولونيات الغائطية.

ما أثر وجود القولونيات الغائطية على ماء نقي؟

إن القولونيات الغائطية لا تسبب المرض للإنسان بشكل مباشر، لكن وجودها يدل على وجود كائنات تسبب المرض للإنسان.

[على ماذا يدل وجود القولونيات الغائطية]؟ يدل على وجود كائنات مسببة للمرض، وهذا يؤدي إلى تلوث الماء بيولوجياً.

ملوثات الماء: ما المجالات التي يمكن تحديدها في ملوثات المياه؟

1- مسببات الأمراض والمواد العضوية.

2- المواد الكيميائية السامة.

- مسببات الأمراض والمواد العضوية: وتشمل الكائنات الحية المسببة للمرض التي تنتقل بواسطة الماء إلى الإنسان.

- ما أهم مسبب للمرض إذا تلوثت مياه شرب الإنسان؟

1- وجود براز الإنسان.

2- مخلفات الحيوانات.

3- مواد عضوية قابلة للتحلل (أغذية، مخلفات النباتات، بقايا المحاصيل الحقلية).

- ما هي طرق تحديد الملوثات في ماء ما؟

[طريقة تحديد كمية الأكسجين المستهلك من المياه: اذكر دون شرح طرق قياس درجة استهلاك O_2 في الماء.

1- طريقة الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD).

2- طريقة الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD).

اذكر طريقة قياس الأكسجين المستهلك حيوياً وكيف يتم تحديد تلوث المياه منه؟

الأكسجين المستهلك حيوياً هو عبارة عن كمية الأكسجين التي تستهلك حيوياً بواسطة الكائنات الدقيقة للحصول على الطاقة عن طريق أكسدة المواد العضوية في الماء، وتحت درجة حرارة ثابتة (20 + 1س°) ضمن مدة زمنية محددة (5 إلى 20 يوماً).

ملاحظة 1- كلما زادت أل (BOD) كلما كان الماء ملوثاً بدرجة أكبر.

ملاحظة 2- يقاس ال (BOD) بالملي غرام/لتر.

ملاحظة 3- قيمة ال (BOD) للماء الصالح للشرب تساوي صفراً.

- اذكر طريقة قياس الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD)؟

وذلك عن طريق وضع مواد كيميائية مؤكسدة مثل دايكرومات قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) وحمض الكبريت الرباعي VI، من ثم قياس ما تبقى من المواد المؤكسدة المستعملة.

- ما الفرق بين طريقة الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD) وطريقة الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD).

	طريقة الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD)	**طريقة الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD)**
الاستعمال 1	تستعمل لمعرفة تركيز المواد العضوية في الماء مباشرة	يتم قياس ما تبقى من المواد المؤكسدة المستعملة
الوقت	تتطلب ال (BOD) وقتاً طويلاً	أسرع في أكسدة المواد العضوية
الاستعمال 2	تستعمل لقياس المواد العضوية القابلة للتحلل فقط	تقيس الأكسجين المستعمل في المواد القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل أو التي بحاجة إلى مدة زمنية طويلة

ما المواد المستعملة في طريقة ال (COD)؟

دايكرومات البوتاسيوم، وحمض الكبريت الرباعي.

- علل: قيمة ال (COD) أفضل من طريقة (BOD).

نذكر 3 أسباب المقارنة في الجدول السابق.

المواد الكيميائية السامة: هي مركبات غير قابلة للتحلل أو تتحلل ببطء شديد.

- ما أهم المواد الكيميائية السامة؟

1- المواد المشعة (اليورانيوم).

2- المبيدات الحشرية.

3- بعض الأعشاب السامة.

4- العناصر السامة (رصاص، زرنيخ، زئبق) عناصر ثقيلة.

5- النفط الخام، مشتقاته.

6- الهيدروكربونات المكلورة مثل (DDT).

أين تكمن الخطورة للمواد السامة الموجودة في مياه الشرب؟

1- بطيئة التحلل في الظروف الطبيعية.

2- درجة سميتها عالية تؤدي إلى الموت.

- ما أفضل طريقة لمنع وصول المواد الكيميائية السامة إلى المياه الجوفية (مياه الشرب).

وضع أنظمة وقوانين من الشريعة الإسلامية المصدر الوحيد للتشريعات تلزم المصانع بإزالة المواد الكيميائية السامة، وعدم طرحها على صورة نفايات تصل إلى المياه الجوفية.

- ما أثر وجود العناصر السامة في مياه الشرب؟

تسبب ضرراً للإنسان حتى لو كانت بتراكيز منخفضة نتيجة تراكمها في جسم الإنسان.

ملاحظة:

1- أن الزئبق الموجود في مياه الشرب يؤدي إلى: ضرر على الجهاز العصبي.

ملاحظة: أن أقل مادة يسمح بوجودها في مياه الشرب: هي الزئبق.

اذكر أربعاً من المواد السامة؟

1- رصاص

2- زرنيخ

3- زئبق (وهو الأخطر)

4- سيلينيوم

- ما أقل مادة كيميائية يسمح بوجودها، ولها تأثير خاص في صحة الإنسان بشكل عام (أقل مادة محددة تحدد صلاحية الشرب).

المركبات القولونية.

المياه العادمة: هي المواد التي تطرحها المنازل والمصانع والمحلات التجارية والزراعية في شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية.

- اذكر العوامل التي لها دخل في درجة تلويث المياه العادمة؟

1- المكونات التي تحويها

2- طبيعة الوسط التي تطرح فيه

- ما العوامل التي لها دخل في درجة تركيز الملوثات ونسبها في المياه العادمة؟

1- نمط الاستهلاك الشائع في المجتمع

2- طبيعة الصناعات القائمة في المجتمع

3- مدى توفر المياه في المنطقة

- اذكر دون شرح المراحل التي يتم بها معالجة المياه العادمة؟

1- المرحلة الميكانيكية

2- مرحلة المعالجة الحيوية

3- مرحلة التخلص من بقايا بعض الملوثات الخاصة

- وضع ماذا يتم في المرحلة الميكانيكية عند معالجة المياه العادمة:

1- يتم فيها التخلص من 30% إلى 40% من الملوثات عن طريق مجموعة من المصافي التي تحجز الأجسام الكبيرة.

2- تترسب الحصى الصغيرة، الرمل.

3- تدخل المياه العادمة حوض الترسيب الأولى.

4- قد يضاف بعض المواد الكيميائية للإسراع من عملية الترسيب.

- وضع ماذا يتم في مرحلة المعالجة الحيوية؟

1- يتم فيها إدخال الماء بما فيه نفايات عضوية إلى مفاعل بيولوجي، وإلى حوض التهوية الذي يحتوي على بكتيريا هوائية تنتشر في أرجائه جميعاً.

2- تحول المادة العضوية إلى مركبات راسبة تدعى الحمأة.

3- يتم إدخال الأكسجين بكميات كافية للمحافظة على تركيز 3 مع/لتر من الأكسجين المذاب.

4- يقل تركيز الأكسجين في ماء الحوض مع تكاثر البكتيريا الهوائية.

5- تدفع الحمأة إلى حوض ترسيب ثانوي، وتترسب فيه. عند انتهاء هذه العملية نكون قد تخلصنا من 90% من الملوثات.

- وضع ماذا يتم في المرحلة الأخيرة من مراحل معالجة المياه العادمة؟

1- يتم التخلص من بقايا الملوثات الخاصة التي لا يمكن التخلص منها في المرحلتين السابقتين.

2- تتطلب هذه المرحلة (حسب طبيعة الملوثات) معالجة بالمواد الكيميائية مثل: كبريتات الألمنيوم، وهيدروكسيد الكالسيوم لتكوين راسب، أو استخدام مرشحات (فلاتر) رملية أو كربونية.

3- في نهاية هذه المرحلة نكون قد تخلصنا من 95% من الملوثات.

4- تضخ المياه الناتجة في أحواض الترسيب في حوض التحليل ثم في حوض التجفيف.

5- تجمع الحمأة في أحواض الترسيب في حوض التحليل ثم في حوض التجفيف.

6- تنقل الحمأة إلى أماكن الاستخدام.

ملاحظة 1- في مرحلة المياه العادمة ميكانيكياً يتم التخلص من: الحصى والرمل.

ملاحظة 2- إن إضافة المواد الكيميائية في المرحلة الأولى من عملية المياه العادمة هي: للإسراع من عملية ترسيب الحصى والرمل.

- كيف يتم التخلص من الحصى والرمل في المرحلة الأولى؟

1- وضع مصافي تحجز الجسيمات الكبيرة.

2- حوض ترسيبي حبيبي.

3- إضافة مواد كيميائية تسرع من عملية الترسيب.

- **علل:** يتم إدخال المياه العادمة في المرحلة الثانية (المعالجة الحيوية) إلى مفاعل بيولوجي (حوض تهوية).

ذلك لاحتواء هذه المفاعل (الأحواض) على بكتيريا هوائية تنتشر فيها، وتحول المادة العضوية إلى مركبات راسبة تدعى الحمأة.

- **عرف الحمأة:** مركبات مستقرة نسبياً تنتج من تحول المواد العضوية إلى مركبات راسبة بفعل بكتيريا هوائية تنتشر في أحواض التهوية.

- **علل:** يتم إدخال الأكسجين بكميات كافية إلى مفاعل بيولوجي (أحواض التهوية).

ذلك للمحافظة على تركيز الأكسجين المذاب في الماء بمقدار 30 ملغم/لتر بسبب استهلاك البكتيريا الهوائية للأكسجين عند تحويل المواد العضوية إلى حمأة.

ملاحظة 1- عند الانتهاء من المرحلة الثانية فإنه يتم التخلص من ما نسبته من الملوثات: 90%.

ملاحظة 2- بعد الانتهاء من المرحلة الثانية يتم التخلص من الحصى والرمل والمواد العضوية.

ملاحظة 3- تضاف في المرحلة الثالثة في معالجة المياه العادمة مواد كيميائية هي: كبريتات الألمنيوم وهيدروكسيد الكالسيوم.

- **علل:** لا تستخدم المياه العادمة بعد المرحلة الثالثة للشرب، وإنما للأغراض الزراعية. لأنه بعد الانتهاء من المرحلة الثالثة نكون قد تخلصنا من 95% من الملوثات ويبقى لدينا 5% من الملوثات، وهذه ضارة لصحة الإنسان، يجب أن يكون التلوث صفراً.

تلوث مياه السدود في الأردن:

- ما هي أهم المياه التي يتم تجميعها في الأردن المستخدمة للري؟

1- مياه نهر اليرموك

2- مياه نهر الزرقاء

- تتجمع في سد الملك طلال مياه وملوثات. اذكرها؟

1- مياه الأمطار: تشكل 45% من المياه الداخلة للسد (أتربة، مخلفات صناعية وزراعية).

2- مياه الينابيع الواقعة على نهر الزرقاء.

3- المياه العادمة:

أ) المياه الناتجة عن محطات التنقية (خربة السمراء، ومحطة جرش/البقعة).

ب) مياه الصرف الصحي غير المعالجة (مخيم غزة، ومياه المصانع القادمة من ضفاف سيل الزرقاء، حوض البقعة).

- عرف الإثراء الغذائي: هي الظاهرة التي تصبح عندها المياه آسنة، ولا تصلح للحياة بسبب استهلاك الأكسجين منها نتيجة وجود ال (PO_4) ومجموع النيتروجين غير العضوي.

- **علل:** إن وجود ال (PO_4) ومجموع النيتروجين غير العضوي في المياه يجعله آسناً غير صالح للحياة.

لأن هاتين المادتين تسببان حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي، الأمر الذي يؤدي إلى استهلاك الأكسجين المتواجد في الماء فيصبح آسناً غير صالح للحياة.

تلوث الهواء:

- **علل:** يعد تلوث الهواء من أخطر أنواع التلوث في العالم.

لأنه على علاقة مباشرة بصحة الإنسان والمناخ من حوله، فهو الوحيد الذي يتعامل معه بشكل يومي وكل لحظة.

ملوثات الهواء:

1- ملوثات أساسية:

أ) **الأكاسيد**: مصدر الأكاسيد:

1- حرق الوقود الأحفوري حرقاً كاملاً تنتج: CO_2، بخار الماء (No_x)، عناصر ثقيلة، ثاني أكسيد الكبريت (SO_2).

2- حرق الوقود الأحفوري حرقاً غير كامل وينتج CO، دقائق من الكربون العنصري والعضوي وهيدروكربونات عديدة الحلقات.

3- مصادر أخرى: براكين، حرق الغابات ودخان المصانع، المياه المعدنية، لفافات التبغ، مواقد الحطب والفحم.

- **علل:** يعد كثرة التدخين للسجائر في غرف مقفلة ضاراً بشكل كبير على صحة الإنسان.

لأن كثرة التدخين في غرف مقفلة ينتج أكاسيد النيتروجين التي تعتبر خطراً مباشراً على صحة الإنسان.

ملاحظة: ما يلي النسبة الصالحة للماء حسب المواصفات الأردنية:

	SS	B OD	C OD
القيم العليا	0	5 0	1 50

ب) المواد العضوية المتطايرة: تنتج عن عوادم السيارات، وحرق الفحم الحجري (هيدروكربونات)، ميثان، بنزين، كلوروفورم.

ج) المواد العالقة والقطيرات:

1- العالقة: غبار، جراثيم، رصاص، أملاح الكبريتات والنترات.

2- القطيرات: مثل النفط والمبيدات الحشرية.

- أين تكمن خطورة المواد العالقة على الإنسان؟

ترجع خطورتها لضررها الكبير عند ترسبها في الجهاز التنفسي.

ما العوامل التي لها دخل في خطورة المواد العالقة والقطيرات على الجهاز التنفسي للإنسان؟

1- حجم الحبيبات.

2- طبيعة مكوناتها.

3- قدرتها على امتصاص مواد أخرى من الهواء الجوي.

2- ملوثات الهواء الثانوية: هي الملوثات الناتجة من تفاعل الملوثات الأساسية مع بعضها البعض أو مع ملوثات أخرى مثل الماء وأشعة الشمس، وإنتاج ملوثات جديدة.

أ) الأوزون

ب) المطر الحمضي

ج) الضبخن

مصادر تلوث الهواء:

1- مصادر ثابتة: أ) المصانع: ما هي الأنشطة التي تقوم بها المصانع في إنتاج ملوثات الهواء؟

1- تصنيع المواد الفلزية.

2- مصانع تكرير النفط.

3- إنتاج الأسمدة والمركبات العضوية.

4- حرق الوقود الأحفوري الذي ينتج غازات ملوثة، وحرارة مرافقة.

← غازات + حرارة

5- مصانع المنظفات.

← تنتج قطيرات

6- مصانع إنتاج الحموض والأملاح والقواعد والغازات.

ب) محطات توليد الطاقة: تستخدم أغلبها الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة.

ما نواتج محطات توليد الطاقة من ملوثات على البيئة؟

1- إنتاج غازات لها أثر ضار على البيئة (أكاسيد النيتروجين).

2- تسبب تلوث حراري عن طريق إضافة كمية من الماء أثناء التبريد.

3- تستخدم محطات التوليد مواد مشعة لها أثر طويل الأمد في النظام البيئي.

2- مصادر متحركة: جميع وسائل النقل التي تستخدم الوقود الأحفوري.

ملاحظة: للمصادر المتحركة قدرة، على رفع تركيز الملوثات في مناطق معينة، وتسبب التلوثات الثانوية للهواء الجوي.

- اذكر أهم الآثار الضارة في الإنسان والبيئة من تأثير ملوثات الهواء والتي تستمر آثارها لوقت طويل.

1- تكون الأوزون قر سطح الأرض.

2- تكوين المطر الحمضي.

3- تكوين الضبخن الكيميائي الضوئي.

- وضع طريقة الأوزون قرب سطح الأرض.

$NO_2 \xrightarrow{U.V} NO + O$ { U.V الأشعة فوق البنفسجية

$O_2 + O \xrightarrow{U.V} O_3$ { O_3 الأوزون

ملاحظة: إن زيادة الأسمدة الكيميائية وما ينتج من عوادم السيارات يؤدي إلى زيادة تركيز (NO_2) وحسب المعادلات السابقة. ويتم هذا عادة في النهار في الصباح الباكر. أما بعد الظهر فإن الأوزون يستهلك وفق المعادلة التالية:

$$NO_2 + O_2 \rightleftharpoons O_3 + NO$$

- ما أثر الأوزون المتكون على سطح الأرض على صحة الإنسان والنبات؟ [علل: الأوزون له أثر على صحة الإنسان].

إن الأوزون عامل مؤكسد قوي، وهذا يؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان والنبات.

تكوين المطر الحمضي: اذكر الطريقة التي يتم بها تكوين المطر الحمضي؟

1- يوجد أكاسيد الكربون والكبريت والنيتروجين وأعلى درجة إشباع لأكاسيد الكربون تعطيه رقماً هيدروجينياً الرقم 6 والرقم 5.

2- تنتج أكاسيد النيتروجين من اتحاد الأكسجين مع النيتروجين بمساعدة البرق والصواعق، وفي عمليات الاحتراق الداخلي في محركات السيارات.

3- ثاني أكسيد الكبريت ينتج من البراكين، ومن المصانع التي تنتج حمض الكبريتيك، أو التي تستعمله في صناعاتها.

- اذكر معادلات تكون المطر الحمضي من حمضي النيتريك والكبريتيك؟

$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$CO_3 + H_2O \rightarrow HCO_3$

- ما هي مصادر تكون أكاسيد النيتروجين؟

1- البرق والصواعق.

2- عملية الاحتراق الداخلي في محركات السيارة.

- ما مصادر تكون ثاني أكسيد الكبريت؟

1- البراكين.

2- المصانع التي تنتج حمض الكبريتيك أو التي تستعمله في صناعاتها.

علل: للمطر الحمضي آثار سلبية على البيئة (تربة، أحياد مائية) [ما مخاطر سقوط الأمطار الحمضية في البيئة]؟

يغير الخصائص البيولوجية والكيميائية للتربة والمياه خاصة عند وجود نقص في كربونات الكالسيوم كما يؤثر في حياة الأحياء المائية.

تكوين الضبخن (ضباب + دخان) الكيميائي الضوئي:

- عرف الضبخن هن مجموعة الغازات والسوائل مع جزيئات صلبة تركزت فيها الملوثات على هيئة غيمة.

- وضح طريقة الضبخن الكيميائي الضوئي (ضبخن لوس انجلوس)؟ وفي أي فصل ينتج هذا النوع من الضبخن؟

1- وهي أكسيد النيتروجين والهيدروكربونات إضافة إلى وجود الأشعة الشمسية، خصوصاً الأشعة فوق البنفسجية التي لديها القدرة على تحرير ذرة الأكسجين من أكاسيد النيتروجين.

2- يؤد ذلك إلى تكوين الأوزون وال (PANs).

3- يسمى هذا النوع الضبخن الكيميائي الضوئي (ضبخن لوس أنجلوس).

4- وينتج في فصل الصيف.

- وضح طريقة تكون الضبخن الكبريتي (الضبخن اللندني)؟ وفي أي فصل ينتج؟

1- ينتج من احتراق النفط في محطات توليد الكهرباء الضخمة.

2- ينتج من ذلك تراكيز عالية من أكاسيد الكبريت، الهيدروكربونات، فينتج ما يسمى الضبخن الكبريتي (ضبخن لندن).

3- وينتج في فصل الشتاء.

- قارن بين الضبخن الكيميائي الضوئي والضبخن الكبريتي.

	الضبخن الكيميائي الضوئي	**الضبخن الكبريتي**
ينتج في أي فصل	الصيف	الشتاء
مكونات الضبخن	أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات	أكاسيد الكبريت والهيدروكربونات

دار اليازوري العلمية

	الضـبخن الكيميـائي الضوئي	الضبخن الكبريتي
المنطقـة المشتهرة بها	لوس أنجلوس	لندن
مصـدر الضبخن	عـوادم السـيارات، محطات الطاقة، مصانع	حـرق الوقـود الأحفوري في محطات توليد الكهرباء
العامل المساعد في تكوينه	أشعة الشمس (الأشعة فوق البنفسجية)	بخار الماء

- **علل:** يطلق على ضبخن لوس أنجلوس الضبخن الكيميائي الضوئي.

لأن أشعة الشمس خاصـة الأشعة فوق البنفسجية تعمل علـى تحرير ذرة الأكسجين من أكاسيد النيتروجين (المـادة الكيميائيـة)، وهذا مـا يؤدي إلـى تكون الأوزون.

مشكلات تلوث الهواء العالمية: اذكر مشكلات تلوث الهواء عالمياً.

1- استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير.

2- تغير المناخ.

استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير:

علل: يعد استنزاف الأوزون مشكلة بيئية خطيرة. [ما فائدة الأوزون في طبقة الستراتوسفير؟]

لأن الأوزون يمتص أشعة الشمس فوق البنفسجية الضارة على صحة الإنسان.

اذكر الأسباب التي أدت إلى استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

1- البراكين

2- الكلوروفلوروكربون ($CF_3CI, CFCI_3, CF_2CI_2$).

- ما مصادر الكلوروفلوروكربون؟

1- كيميائيات الرش.

2- الرذاذات.

3- تنظيف الآلات الدقيقة.

4- صناعات الأسفنج.

5- الصناعات القائمة على التبريد (مكيفات، ثلاجات).

- اكتب التفاعل الكيميائي الذي يتم في استهلاك (استنزاف) الأوزون في طبقة الستراتوسفير

$$CFCl_3 \xrightarrow{U.V} Cl + CFCl_2$$

+

O_3 ↙ ↘ ↗ O

ClO O_2 ↙

Cl

تغير المناخ:

- عرف البيت الزجاجي: هي ظاهرة تسمح لأشعة الشمس بالانسياب للداخل، وتحول دون تسرب الحرارة للخارج بفعل الغازات الدفيئة.

- وضع طريقة حدوث ظاهرة البيت الزجاجي على سطح الأرض؟

إن زيادة تركيز الغازات الدفيئة (CO_2, N_2O, CFCS, CH_4, O_3) وحيث أن هذه الغازات شفافة فإنها تسمح لأشعة الشمس بالنفاذ، ولكنها تحبس الحرارة المنبعثة من سطح ا لأرض لأنها أكثر فاعلية في امتصاص الأشعة ذات الموجات الأطول مثل الأشعة تحت الحمراء.

- ما مصدر الغازات الدفيئة على سطح الأرض؟

1- حرق الوقود الأحفوري (خاصة CO_2).

2- معدل إزالة الغابات التي تستنزف جزءاً من CO_2.

3- التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي.

4- المحيطات التي تقوم بعملية امتصاص ل (CO_2) فتبطئ من تركيزه إلى حد ما.

- **علل:** يعتبر قطع الغابات وحرق الوقود الأحفوري سبباً هاماً في رفع درجة حرارة الأرض.

لأن حرق الوقود الأحفوري يؤدي إلى زيادة CO2، وهو من الغازات الدفيئة، والتي تمنع الحرارة من الانبعاث خارج الأرض فتزداد درجة حرارتها.

- عرف الاحترار العالمي: هو ارتفاع شامل لدرجة حرارة الغلاف الجوي بسبب زيادة تركيز الغازات الدفيئة فيه.

اذكر أهم نتائج [الاحترار العالمي: زيادة تركيز الغازات الدفيئة: زيادة حرق الوقود الأحفوري. زيادة قطع الغابات] على تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض.

1- تباطؤ الحياة النباتية والحيوانية (صعوبة التأقلم).

2- زيادة متوسط الأمطار، ورطوبة التربة، وتخزين المياه في مناطق ونقصها في أخرى.

3- ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب انصهار الجليد في القارات القطبية.

التلوث الضوضائي:

- عرف الضجيج:

صوت غير منتظم ارتفعت شدته أو درجته إلى حد مؤذ.

- ما أهمية السمع بالنسبة للإنسان؟

هو أهم وسائل الاتصال والتفاهم البشري كما أنه نافذة على البيئة، الطبيعة.

- ما هي وحدة قياس علو الصوت؟ وما هي الوحدة العملية لذلك؟

الوحدة هي ال (بل) نسبة إلى غراهام بل، والوحدة العملية (الديسيبل) = 0.1 بل.

ملاحظة: 120 ديسيبل: هي عتبة الألم أو الصداع أو الضجيج.

في ضوء التغيرات المناخية ماذا سيحصل ل:

1- خطوط السواحل: تتقدم لليابسة أكثر.

2- البلدان الجزرية: مساحتها تقل.

3- مصادر المياه العذبة: تقل بسبب تملحها.

اذكر العوامل التي تحدد مدى تأثر الإنسان بالصوت؟

1- شدة الصوت وعلوه، كلما زاد، زاد تأثر الإنسان.

2- المدة التي يتعرض فيها للصوت، الضجيج، كلما كانت المدة أطول كان التعرض مستمراً وزاد من التأثر.

- ما هي أهم العوارض (التأثيرات الضارة) على صحة الإنسان. [سلبيات الضجيج على الإنسان].

1- ضعف السمع، وقد يؤدي إلى الصمم الكلي.

2- التأثير الضار على أعضاء مهمة في جسم الإنسان مثل الأعصاب والكبد والكلى.

3- الصداع، وهو أكثر أنواع التأثيرات السلبية من الضجيج.

تلوث التربة وسوء إدارتها:

تلوث التربة: 30% من مساحة التربة الزراعية فقد جراء التصحر وارتفاع الملوحة وازدياد انجراف التربة.

- اذكر مسببات تلوث التربة (دون شرح)؟

1- الأسمدة

2- المبيدات

3- تملح التربة

عرف تلوث التربة: هو تغير خصائص التربة الطبيعية والكيميائية والبيولوجية عن طريق إضافة مواد إليها أو نزع مواد منها.

الأسمدة (مخصبات): إلى ماذا سيؤدي سوء استعمال الأسمدة الكيميائية في التربة؟

إلى تغيير الخصائص الكيميائية للتربة، وهذا يفقد التربة اتزانها.

المبيدات [الحشرية، الأعشاب، القوارض، المدخنات، الفطرية].

- ما هي سلبيات استخدام المبيدات على التربة؟

1- تدخل في مكونات التربة، وترتبط بجزيئاتها فيزداد تركيزها في الطبقة العليا من التربة، ويدخل جزء منها في السلاسل الغذائية.

2- تنتقل من مكان لآخر بواسطة الماء، الهواء تؤثر على البيئة والكائنات الحية.

- اذكر إيجابيات المبيدات بأنواعها المختلفة؟

تحسين الإنتاج الزراعي.

ج) تملح التربة:

- ما نسبة مساحة الأراضي التي تروي لأغراض الزراعة إلى مجموع الأغراض الزراعية؟ 13%

- **علل:** تعاني التربة من تملح شديد. [وضح أسباب ذلك].

1- استخدام ماء يحتوي على نسبة عالية من الأملاح لري المزروعات.

2- استخدام الأسمدة الكيميائية.

- ما سلبيات (نتائج) تملح التربة على المزروعات والتربة نفسها.

1- زيادة ملوحة لا تسمح إلا لعدد قليل من النباتات بالعيش (صبار، نخيل).

2- زيادة انجراف التربة.

سوء إدارة التربة:

- اذكر مجموعة العوامل التي تتمثل فيها سوء إدارة التربة؟

1- انجراف التربة.

2- التوسع العمراني.

3- إنشاء طرق على حساب التربة الزراعية.

4- استخدام محصول واحد للتربة.

الظواهر الطبيعية وأثرها على البيئة:

- اذكر أهم الظواهر الطبيعية المؤثرة سلباً وإيجاباً على التربة؟

1- الفيضانات

2- الانزلاقات

- عرف الفيضان [ما المقصود بالفيضان]: يحدث الفيضان عندما يزداد منسوب المياه المتدفقة بحيث تتخطى حواف الحواجز الطبيعية لمجرى الماء الحاوي له كالأودية ومجاري الأنهار.

- اذكر مسببات حدوث الفيضانات؟

1- تساقط الأمطار الغزيرة.

2- حدوث الأعاصير.

3- انصهار الثلوج.

4- حدوث ظاهرة التسونامي (جبال من الماء والأمواج العالية).

5- انهيار السدود.

- ما هي المناطق المحتمل حدوث الفيضانات فيها؟

1- المناطق الساحلية.

2- المناطق الواقعة على جانبي مجاري الأنهار وضفافها وخصوصاً مصباتها.

3- المناطق الجافة والصحراوية التي تسقط فيها كميات كبيرة من الأمطار في زمن قصير.

- **علل:** يمكن حدوث فيضان في المناطق الجافة والصحراوية (التي لا توجد فيها أنهار).

بسبب سقوط الأمطار بكميات كبيرة وفي مدة قصيرة.

- اذكر العوامل التي لها دخل في حدوث الفيضانات الناتجة من سقوط الأمطار؟

1- طور مدة هطول الأمطار (طردي).

2- كبر حجم قطرات الماء، شدته، غزارته، (طردي).

- ما العوامل التي لها دخل في حدوث الفيضانات المتعلقة بطبيعة الحوض؟

1- نفاذيـة التربـة (عكسـي). كلمـا ازدادت نفاذيـة التربـة قبـل حـدوث الفيضانات.

2- مدى رطوبة التربة (طردي).

3- مدى الانحدار (طردي).

4- مدى توافر الغطاء النباتي (عكسي).

ملاحظة 1- كلما زاد حدوث العاصفة المطرية قل الترشيح نسبياً وزاد احتمال حدوث فيضان.

ملاحظة 2- كلما زادت المسافات البينية في التربة زاد الترشيح وقل حدوث الفيضان.

ملاحظة 3- كلما زاد حجم قطرة الماء قل الترشيح وزاد نسبة الفيضان.

ملاحظة 4- كلما زادت مدة هطول الأمطار في تربة عارية قل الترشيح وزاد حدوث الفيضان.

ملاحظة 5- الغطاء النباتي يساعد على التقليل من أثر حدوث الفيضان.

ملاحظة 6- كلما زاد انحدار التربة زاد حدوث الفيضان وقل الترشيح.

ملاحظة 7- كلما زادت رطوبة التربة قل احتمال حدوث الفيضان في المناطق الجافة وزاد في الأماكن الرطبة.

- اذكر الطرائق التي تساعدنا باتباعها بحدوث فيضان في منطقة ما؟

1- استخدام التقنيات الاحصائية: كم مرة يفيض النهر في العام أو في الشهر...

2- استخدام الخرائط وتقنيات الاستشعار عن بعد لبيان امتدادا الفيضان.

3- مراقبة تطور العاصفة المطرية لتقديم تحذيرات أولية لأولئك الذين يمكن أن يتأثروا بالفيضان من خلال أجهزة الإنذار المبكر.

اذكر آثار الفيضان السلبية والإيجابية؟

السلبية:

1- القضاء على التربة الزراعية وتغيير تركيب التربة.

2- القضاء على الكائنات الحية التي تعيش في مجرى النهر.

3- الآثار التدميرية في المباني والمنشآت والطرق والصناعات.

4- التأثيرات المباشرة في حياة الإنسان من حيث الضرر الجسدي.

الإيجابية:

1- إزالة نفايات النظام البيئي من مجرى المياه.

2- صرف مسببات الأمراض إلى البحار.

3- تغذية خزانات المياه الجوفية.

- ما هي الطرق التي يمكن اتباعها لتقليل أثر الفيضانات؟

1- المحافظة على التربة الزراعية، وتغيير تركيب التربة.

2- بناء الجدران الاستنادية، وزراعة الأشجار حولها.

3- حراثة الأرض بشكل يتعامد مع الانحدار.

4- بناء السدود في المواقع المحتمل حدوث الفيضانات فيها.

5- تحديد مساحة من مجرى الماء تعتبر تابعة للوادي.

الانزلاقات الأرضية:

- عرف الانزلاق الأرضي: هو تحرك الصخور والتربة والفتات الصخري وتراكمات السدود على المنحدرات.

- عرف التيهور الثلجي: هو تحريك تراكمات الثلوج على المنحدرات.

- عرف التدفق الطيني: هو تحرك الفتات الصخري أو التربة على المنحدرات.

- صنف أنواع الانزلاقات تبعاً لنوع المواد المتحركة؟

1- انزلاقات صخرية: حيث تتكون من الصخور.

2- التدفق الترابي أو الطيني: يتكون من فتات صخرية أو تربة.

3- التيهور الثلجي (الانهيار الثلجي): ويتكون من الثلوج.

ملاحظة: يمكن تصنيف الانزلاقات بحسب سرعتها (تتراوح من ملمترات في السنة إلى عشرات الأمتار في الثانية).

- وضح كيف يحدث الانزلاق الأرضي في منطقة ما؟

1- عند هطور الأمطار، ووصول المياه عبر الشقوق في الصخور إلى الطبقات المائلة المحتوية على المعادن الطينية.

2- فإنها تمتص الماء وتنتفخ وتصبح كالمواد الشحمية أو الصابون.

3- يقل التماسك الداخلي لطبقة الصخور.

4- عند قص الجانب / الشارع تتحرك الطبقات المائلة إلى أسفل منحدر الجبل جراء الجاذبية التي خلقها الله تعالى. فيحدث الانزلاق.

أمثلة على الانزلاقات في الأردن: انزلاقات صخرية على طريق عمان – جرش – اربد.

ملحق 1-

	نفايات النظام البيئي	النفايات التي يلقيها الإنسان (النفايات البشرية).
أشكالها	صلبة+غازية+سائلة مع أمثلة ذكرناها مسبقاً	صلبة: بلاستيك. سائلة....غازية Nox
إعادة استخدامها	يعاد استخدامها بشكل يجعلها ذات كفاءة عالية في النظام	يمكن للإنسان إعادة استعمال بعض المواد وليس بكفاءة عالية بسبب التشتيت
سرعة التخلص منها	كبيرة	صغيرة

ملحق 2-

تشكل النفايات التي يلقيها الإنسان مصدراً جيداً لما يأتي:

- تعرف مستوى المعيشة ونمطها عند الفرد: أنواع النفايات، طبيعة الصناعات، ودخل الأفراد. الحصول على الطاقة: (الطمر الصحي، ويتم عملية تخمر للنفايات)، وطريقة الترميد.

ملحق 3-

- ما النفايات التي تشكل خطورة أكبر على النظام البيئي؟ اذكر الأسباب.

التعدين،

1- لأن المعادن تحتاج لفترة طويلة لكي تتحول إلى عناصرها الأولية.

2- وجود عناصر سامة (مواد ثقيلة) فيه.

3- كميات نفايات كبيرة.

ملحق 4-

	الأوزون الموجـــود ضمن الستراتوسفير	**الأوزون قــــرب سطح الأرض**
آلية تكون كل منها	راجع ما سبق	$O_2 + O \rightarrow O_3$
أثـر كـل منهمـا فـي الكائنات الحية	راجع ما سبق	راجع ما سبق

الفصل الثالث
التنمية المستدامة وحماية البيئة

- قارن بين النظرة البشرية للطبيعة قبل الثورة الصناعية وبعدها؟

قبل الثورة: كان هناك وعي بحقيقة الطبيعة، فقد كانت جزءاً من المخطط الطبيعي.

بعد الثورة: نتيجة لزيادة عدد السكان سبب ذلك تغير في شعور الإنسان تجاه الطبيعة فأصبحت الطبيعة يستغلها بطريقة غير متوازنة.

- اذكر شكلين للتصرف غير الواعي تجاه الطبيعة والبيئة في عصرنا الحالي؟

1- ما يجري في الدول النامية: من الأخذ بأسباب التصنيع والرغبة الملحة في التطوير مهما كان الثمن البيئي باهظاً وهو واضح في:

أ- تدمير الغابات المطرية.

ب- استنزاف الأراضي الخصبة.

ج- إقامة مراكز صناعية تلوث البيئة.

2- ما يجري في الدول الصناعية:

أ- أنماط الاستهلاك لدى شعوبها مرتفع ومبالغ فيه.

ب- معدل استهلاك الطاقة عال جداً.

ج- العمليات الإنمائية تنتج تردي البيئة على الرغم من تحقيق مكاسب.

- ما العوامل التي يعود اختلاف استهلاك أفراد الدول للطاقة؟

1- اختلاف نمط المعيشة.

2- التوعية البيئية.

3- ظروف المناخ السائد (التي تتطلب حرق وقود للتدفئة في الشتاء).

- ما أهم أسباب المشكلات البيئية العالمية والمحلية؟

التنمية الحديثة التي تحقق مكاسب كثيرة من أجل الرفاهية البشرية.

- عرف التنمية المستدامة: هي حق الجيل الحاضر في التمتع، واستغلال الثروة الطبيعية دون المساس بحق الأجيال القادمة في هذه الثروات.

- يوازن مفهوم التنمية المستدامة بين أمرين. اذكرهما مفسراً السبب.

1- التنمية: استخدام مصادر الأرض لتحسين حياة الإنسان وتأمين احتياجاته، خاصة الاحتياجات الأساسية للفقراء.

2- المحافظة: بالأرض للحصول على احتياجات الحاضر والمستقبل.

ملاحظة: التنمية المستدامة تتطلب إقناع نسبة كبيرة من السكان بتغير أنماط استهلاكهم.

- ما الفرق بين الثورة الصناعية والتنمية المستدامة؟

الثورة الصناعية تمت بشكل غير إرادي، أما التنمية المستدامة فلابد أن تكون عملية إرادية كاملة.

- ما هي وسائل ومبادئ وسلوكيات البشرية التي يتم تحقيقها للوصول إلى التنمية المستدامة؟

1- الجنس البشري جزء من الطبيعة وليس سيد الطيعة. وضح ذلك:

أ- أن بقاء الجنس البشري يتوقف على قدرته على العيش في عالم طبيعي محدود.

ب- الامتناع عن تدمير أنظمة البيئة.

2- الكفاءة البيئية: تعني عملاً أكثر، واستخداماً أقل للمصادر، وإنتاج فضلات أقل.

3- تحقيق الكفاية للجميع: ماذا نعني بأن التنمية المستدامة لها دخل في تحقيق الكفاية للجميع؟ [أي قيام تنمية مستدامة تشمل كل البشرية لتحقيق الرخاء والأمن].

4- التركيز على التكلفة البيئية في أي مشروع اقتصادي: ماذا يتطلب ذلك؟ [عرف تقييم الأثر البيئي].

وجود منهاج عمل لاختبار المشروعات والخطط المتعلقة بالمصادر الطبيعية، وتقويمها من منطلق التنمية المستدامة.

- وضعت معظم الدول الصناعية والدول الأخرى ما يعرف بتقييم الأثر البيئي. وضح ذلك؟

أي أن الدول تضع القوانين لتقديم جدوى بيئية قبل إقرار أي مشروع اقتصادي إضافة إلى متابعة رصد آثاره البيئية.

- اذكر الجدوى البيئية سلباً وإيجاباً في إنشاء سد على نهر ما؟

الإيجابيات:

1- حل جزء من مشكلة المياه.

2- الحد من الفيضانات.

3- إنتاج الطاقة الكهربائية.

السلبيات:

1- إتاحة وسيلة لتكاثر مسببات الأمراض (في الدول النامية يصبح مكباً للنفايات).

2- احتمالية تصدعه مما يعني الدمار للأرض والإنسان.

- اذكر الجدوى البيئية لإنشاء محطة توليد كهرباء من حرق النفايات بالترميد؟

الإيجابيات:

1- تقليل حجم النفايات من مخلفات الإنسان.

2- توليد الطاقة الكهربائية.

3- تغذية شبكات التدفئة في تسخين المراجل.

السلبيات:

1- انبعاث غازات سامة.

2- وجود نفايات لم تحترق بالكامل تتركز فيها العناصر الثقيلة.

- وضح المقصود بحماية البيئة؟

هي حماية الأحياء البرية والمائية وحماية النظم الطبيعية واستغلالها بشكل يضمن استمرارها في العمل وفق نظام طبيعي متزن.

- وضح الخطوات التي قامت بها الدول في العالم من أجل حماية البيئة:

1- توفير المعلومات البيئية اللازمة.

2- توفير مصدر مرجعي للحصول على المعلومات البيئية ← اتخاذ قرارات سلمية يعني ← نجاح سياسة حماية البيئة.

3- إصدار القوانين البيئية المستمدة من الشريعة الإسلامية المصدر الوحيد للتشريع:

أ) وقف التدهور البيئي.

ب) الحل الأمثل لبعض المشكلات. مثل سوء استغلال مصادر البيئة.

- اذكر مظاهر اهتمام الدول (معظم الدول) بالبيئة؟

1- إنشاء الوزارات، المؤسسات المعنية بالمحافظة على البيئة.

2- إقامة مناطق محمية لحماية الحياة البرية مثل المحميات الطبيعية.

3- إجراء مجموعة من البحوث المتعلقة بتنظيف مصادر البيئة.

- اذكر أهم المؤتمرات العالمية التي تم التباحث فيها بشؤون البيئة من جوانبها العلمية والعملية؟

1- مؤتمر استكهولم (1972).

2- مؤتمر بلغراد (1975).

3- مؤتمر قمة الأرض (1993) في مدينة ريو دي جانيرو.

- اذكر بعض المنظمات العالمية والاتحادات الدولية التي ترعى الاهتمام بالبيئة:

1- الاتحاد الدولي لصون الطبيعة والمصادر الطبيعية (IUCN).

2- منظمة اليونسكو.

3- منظمة الأغذية والزراعية الدولية.

4- اليونسيف.

5- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (اليونيب).

- اذكر الأسس التوجيهات العامة لفهم الفكر الإسلامي في علاقة الإنسان مع البيئة.

1- عمارة الأرض: حيث أمر الله تعالى إحياء الأرض الميتة، واستمرار صيانة الأشجار والتربة. قال تعالى ﴿هُوَ أَنْشَأَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا﴾. (الآية 61، سورة هود).

2- عدم الإسراف في استهلاك موارد البيئة والتأكيد على حمايتها حيث أمر سيدنا رسول الله صلى الله عليه وسلم بعدم الإسراف والتلويث للماء. فقد نهى سيدنا رسول الله عن النفخ في الإناء الموجود فيه ماء فكيف بتلويثه؟!

3- عدم العبث في عناصر الطبيعة حيث حرم الإسلام العبث في موارد البيئة وعناصرها، كما حرم التعامل مع البيئة بعشوائية كقتل الحيوانات والطيور وقطع الأشجار. قال تعالى: ﴿ وَلا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلاحِهَا﴾ . (الآية 85، سورة الأعراف).

- متى صدر قانون حماية البيئة في الأردن، وعلى ماذا احتوى هذا القانون؟

صدر عام 1995م. احتوى على 35 مادة في المجالات التنظيمية والجزائية والعملية لحماية البيئة، وهو مجموعة قوانين تنظم حماية البيئة وتحافظ على اتزانها.

- بماذا يتمثل الجانب التنظيمي (الأهداف) في القانون الأردني لحماية البيئة؟

أنشأ هذا القانون مؤسسة عامة لحماية البيئة من أهدافها:

1- إعداد سياسة وطنية	لحماية البيئة.	يشرف عليها مجلس لحماية البيئة.
2- تنفيذ هذه السياسة	التعاون مع الجهات الرسمية.	

- ما وظيفة قطاع المياه الذي يشمله قانون حماية البيئة الأردني؟

1- إصدار مواصفات ومعايير قياسية للماء.

2- مراقبة مصادر التلوث.

قطاع الهواء:

1- إصدار مواصفات ومعايير نسب الملوثات المسموح بها في الهواء.

2- إنشاء مراكز لمراقبة الهواء، ومدى جودة نوعيته.

قطاع التربة:

1- مراقبة مصادر تلوث التربة.

2- مراقبة انحراف التربة وتصحرها.

3- اتخاذ الإجراءات التي توقف ذلك.

قطاع الأحياء البرية:

1- تحديد مواصفات المحميات الطبيعية.

- ما هي القطاعات التي يشملها الجانب العملي في قانون حماية البيئة الأردني (دون شرح)؟

1- قطاع المياه

2- قطاع الهواء

3- قطاع التربة

4- قطاع الأحياء البرية

- ما هي الإجراءات المتخذة بحق المخالفين لقانون حماية البيئة الأردني؟

1- إغلاق المحلات المخالفة وإزالة الضرر.

2- استيفاء غرامات مالية.

3- السجن لمدة مختلفة.

المحميات الطبيعية:

- **علل:** اتجهت الجهود الأردنية في إنشاء محميات طبيعية فيها.

وذلك لأن معظم مناطق الأردن شبه صحراوية، والكائنات الحية فيها محدودة، وتتأثر كثيراً بالتغيرات البيئية.

- عرف المحميات الطبيعية: هي مساحة واسعة من الأرض الطبيعية تخصها الدول بقانون لحماية المصادر المتوافرة ضمن حدود الدولة، مثل محمية وادي رم، محمية العقبة المائية، محمية الموجب).

اذكر المحميات المقرر إنشاؤها في الأردن؟

محمية برقع، محمية راجل، أبو ركبة، محمية جربا، محمية باير للأحياء البرية.

- ما هي أهم محمية في الأردن، وما هو الحيوان الذي يهتم به؟ وما هي أهم النباتات المزروعة فيها؟

محمية الشومري للأحياء البرية (أو محمية أردنية)، أنشئت عام 1975، الحيوان هو المها العربي (1979 أدخل فيها). أهم النباتات الشيح، القطف.

ملاحظة: محمية الشومري مساحتها 22كم. غاية الإنشاء الحفاظ على الكائنات الحية. تحوي 134 نوعاً من الطيور المهاجرة. و 11 نوعاً من الثدييات.

ملحق: ما دور كل من الجهات التالية في حماية البيئة:

1- الجمعية الملكية لحماية الطبيعة: إنشاء محميات والإشراف عليها.

2- الاتحاد الدولي لصون الطبيعة: عقد مؤتمرات عمل دراسات وبحوث.

ملحق 2- ملاحظات.

ملاحظة 1- الغاز الذي يستخدم مصدر وقود من تحلل المادة العضوية هو: CH_4.

ملاحظة 2- ترجع أهمية الأصول البرية للأعشاب إلى أنها: مرجع للصفات الوراثية للنباتات الموجودة حالياً.

ملاحظة 3- يصل الأرض كمية بسيطة من الأشعة فوق البنفسجية بفعلك امتصاص معظمها من قبل طبقة الأوزون.

ملاحظة 4- تختلف نفايات النظام البيئي الطبيعي عن النفايات التي يلقيها الإنسان في أنها: يعاد استخدامها من مكونات النظام البيئي.

ملاحظة 5- من المصادر المتجددة للطاقة: الطاقة العضوية.

ملاحظة 6- التنمية المستدامة تعني: الحفاظ على مصادر الطاقة، الحد من التلوث، حماية البيئة.

ملاحظة 7- من الفلزات التي إذا تواجدت في الماء ولو بتراكيز منخفضة مدة طويلة من الزمن قد تحدث ضرراً للإنسان: PB.

ملاحظة 8- من السلوكيات التي تمثل تلوثاً للتربة: سوء استخدام الأسمدة الكيميائية في التربة.

ملاحظة 9- عند تقدير كمية الأكسجين المستهلك كيميائياً من الماء، فإننا نستخدم: دايكرومات البوتاسيوم.

ملاحظة 10- تقاس الموصلية الكهربائية للماء بواسطة وحدات تدعى: ميكروسيمنز/سم.

ملاحظة 11- من المواد التي تصنف كملوثات: الدخان.

ملاحظة 12- من ملوثات الهواء الأساسية: الأكاسيد.

ملاحظة 13- تتكون الأمطار الحمضية حين تتفاعل مياه الأمطار مع: الضبخن.

ملاحظة 14- من الملوثات التي لا يعد من الملوثات العضوية للمياه: الفلزات الثقيلة.

ملاحظة 15- تتصف الأراضي الموجودة فيها تصحر ب: انخفاض إنتاجية التربة.

ملاحظة 16- من السلوكيات التي لا يحقق التنمية المستدامة: قطع الغابات المطرية بنسبة تفوق نسبة تجددها طبيعياً.

ملاحظة 17- عند معالجة المياه العادمة، يتم في المرحلة الأولى: التخلص من الشوائب عن طريق الترسيب.

الباب الثاني

الكون الواسع

الفصل الرابع
جغرافية القبة السماوية
معالم القبة السماوية

ملاحظة 1- الجرم الذي يعد مركز القبة للإنسان هو: الأرض.

ملاحظة 2- تدور الأرض حول محورها: من الغرب إلى الشرق.

ملاحظة 3- إن حركة القبة السماوية تظهر على الأرض: من الشرق إلى الغرب.

- **علل:** حركة القبة السماوية بالنسبة للأرض حركة ظاهرية وليست حقيقية.

ذلك لأن الأرض فعلياً هي التي تتحرك وتدور حول نفسها من الغرب إلى الشرق بين أجرام سماوية ثابتة الموقع، تظهر لنا من موقعنا على الأرض وكأنها تدور من حولنا من الشرق إلى الغرب.

علل: حدد العلماء معالم بارزة ومواضع مرجعية لتحديد معالم القبة السماوية.

ذلك حتى يتفق العلماء على تحديد الأجرام السماوية فتستخدم في تحديدها على القبة السماوية.

1- السمت والنظير.

- عرف السمت: هي النقطة الواقعة على القبة السماوية وتكون عمودية فوق رأس الإنسان وهو واقف.

- عرف النظير: هي النقطة الواقعة على القبة السماوية المقابلة للسمت عمودياً أسفل قدمي الإنسان.

ملاحظة: الخط الواصل بين السمت والنظير يمر دائماً في مركز الأرض.

2- القبطان السماويان.

- عرف القطب الشمالي السماوي: هي النقطة الواقعة على القبة السماوية على امتداد الخط الواصل بين مركز الأرض والقطب الشمالي للأرض.

- عرف القطب الجنوبي: هي النقطة الواقعة على القبة السماوية على امتداد الخط الواصل بين مركز الأرض والقطب الجنوبي للأرض.

ملاحظة 1- ينطبق السمت والنظير مع القطبان السماويان لشخص يقف: في القطب الجنوبي أو يمكن أن يكون القطب الشمالي.

ملاحظة 2- يتعامد السمت والنظير لراصد القطبين السماويين: على خط الاستواء.

3- دائرة الأفق: عرفها. هي الدائرة العظمى على القبة السماوية تبعد عن السمت والنظير مسافة زاوية 90 درجة.

- **علل:** لا يشاهد الراصد الفلكي دائرة الأفق.

ذلك بسبب انحناء سطح الأرض الكروي.

ملاحظة: الذي لا يشاهده الإنسان (الراصد): دائرة الأفق.

- ما الفرق بين الأفق الظاهري والحقيقي؟

الأفق الظاهري يكون دائماً أعلى من الأفق الحقيقي (أو بالعكس). يعني أن الأفق دائماً أسفل من الأفق الظاهري.

ملاحظة: الأفق الظاهري يوازي الأفق الحقيقي.

4- دائرة الزوال: عرفها. هي الدائرة العظمى على سطح القبة السماوية التي تمر بالقطب الشمالي السماوي والسمت والمنطقة الشمالية من الأفق، وتمر كذلك بالقطب الجنوبي السماوي والنظير والمنطقة الجنوبية من الأفق.

ملاحظة 1- إن دائرة الأفق تتعامد مع: الخط الواصل بين السمت والنظير ودائرة الزوال.

ملاحظة 2- إن دائرة الزوال توازي: الخط الواصل بين القطبين السماويين والخط الواصل بين السمت والنظير.

- وضح أهمية دائرة الزوال للراصد:

1- تحدد وقت منتصف النهار حين تمر الشمس في دائرة الزوال أي بعد 12 ساعة تمر الشمس في دائرة الزوال ولكن أسفل الأفق.

2- يحدد منتصف الليل بعد 12 ساعة من غروب الشمس.

5- دائرة استواء السماء: عرفها. هي الدائرة العظمى على سطح القبة السماوية وتميل 90 درجة عن القطبين السماويين (دائرة خط الاستواء).

- من أين تنتج دائرة استواء السماء وكيف تقسم الأرض؟

هي ناتجة من امتداد مستوى دائرة السماء مع دائرة استواء الأرض (مستوى دائرة الاستواء الأرضي مع القبة السماوية) وتقسم الأرض إلى نصفين شمالي وجنوبي.

6- دائرة الساعة: عرفها. هي الدائرة العظمى على سطح القبة السماوية التي تمر بالجرم السماوي (المراد رصده) وبالقطبين السماويين الشمالي، الجنوبي.

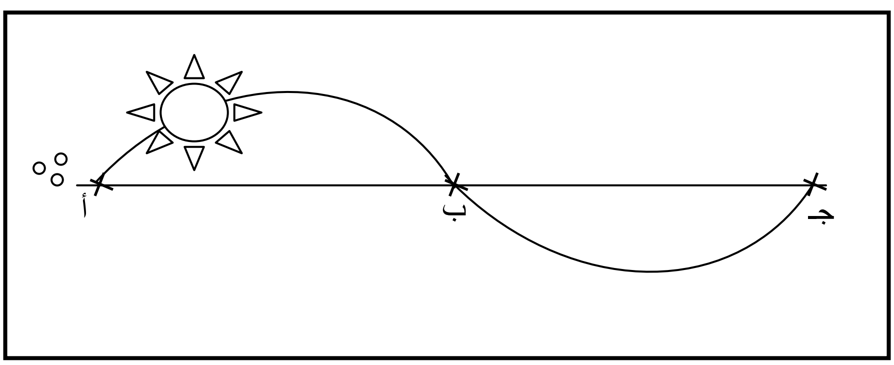
6- دائرة البروج:- عرفها. هي الدائرة العظمى التي تصنعها الشمس في حركتها الظاهرية حول الأرض على قبة السماء في أثناء سنة كاملة.

الشكل البياني لحركة الشمس الظاهرية بالنسبة للراصد (دائرة البروج):

أ- نقطة الاعتدال الربيعي.

ب- منطقة الاعتدال الخريفي.

ج- منطقة الاعتدال الربيعي.



ملاحظة 1- الزاوية بين مستوى دائرة البروج ومستوى دائرة استواء السماء مقدارها 23.5.

ملاحظة 2- تعرف نقاط تقاطع دائرة البروج مع دائرة استواء السماء ب: الاعتدال الربيعي والخريفي.

ملاحظة 3- الزاوية بين مستوى دائرة البروج مع القطبين السماويين مقدارها 66.5.

تحديد نقطة الشرق الجغرافي الحقيقي:

هل موقع الشمس ثابت أم متغير أثناء الشروق والغروب وإن كان متغيراً فكيف يتغير.

1- موقع شروق الشمس متغير طوال السنة.

2- شتاءً تبتعد نحو الجنوب الشرقي الحقيقي.

3- صيفاً تبتعد نحو شمال نقطة الشرق الحقيقية.

- في أي الأيام تشرق الشمس، تغرب من موقعها الحقيقي؟

في يومي الاعتدال الربيعي والخريفي.

- كيف يمكنك تحديد موقع الشرق بدقة؟

1- بتحديد مكان شروق الشمس في أحد يومي الاعتدال الربيعي الخريفي أو الخريفي.

2- باستخدام بوصلة معزولة تماماً عن أي مواد حديدية.

- كيف تبدو حركة النجوم الظاهرية في القبة المساوية:

1- لراصد موجود في القطب الشمالي: تكون الحركة الظاهرية للأجرام السماوية حركة دائرية بشكل أفقي متعامدة مع المحور الذي يصل بين السمت والنظير.

2- لراصد موجود في أعلى خط الاستواء شمالاً: تكون بيضاوية الشكل ولكن أقرب إلى الدائرة.

3- لراصد موجود عند خط الاستواء: يكون بيضاوياً تماماً.

4- لراصد موجود أسفل خط الاستواء جنوباً: تكون بيضاوية ولكن أقرب إلى الدائرة.

الإحداثيات السماوية الاستوائية:

- عرف خط الطول: هو البعد الزاوي للموقع شرقاً أو غرباً مقيساً بواسطة الدرجات وأجزائها.

- عرف خط العرض: هو البعد الزاوي لذلك الموقع شمالاً أو جنوباً من خط الاستواء الأرضي مقيساً بالدرجات وأجزائها.

- عرف خط غرينتش: هو خط وهمي يمر بالقطبين الشمالي والجنوبي وبقرية غرينتش قرب لندن.

- وضح طريقة التقسيم لخطي الطول والعرض بناءً على الساعات؟

كل 360 درجة ← 24 ساعة

؟ ← 1 ساعة

كل درجة يقابلها 360/24 = خمس ساعات = 5/1

القاعدة: كل ساعة تقابلها 15 درجة

- إذا كانت الساعة عند خط غرينتش (عند خط طول = صفر) الواحدة ليلاً، وكانت الساعة في الأردن هي الرابعة فجراً. فكم يكون خط الطول للأردن تقريباً.

الحل:

موقع الأردن: كل ساعة ← 15 درجة

3 ساعات ← ؟

9 = 3 × 15 = 45 درجة شرق غرينتش.

إذا كانت الساعة في الأردن 11.30 وهي تقع على خط طول 45 درجة، وكان خط الطول لمدينة نيويورك هو 75 درجة غرب غرينتش.

كم الساعة تكون في نيويورك؟

الحل:

كل ساعة ← 15 درجة ؟ ← (75 + 45) = 120	15/120 = 8 ساعات (تأخير عن الأردن) 11.30 – 8 = 3.30 فجراً وهو الحل.

- عرف ميل جرم سماوي: هو بعد ذلك الجرم السماوي عن دائرة استواء السماء مقيساً بالدرجات وأجزائها ومروراً بدائرة الساعة الجرم أي (مثل خط العرض).

- عرف الصعود المستقيم للجرم السماوي: هو البعد الزاوي بين الدائرة المارة في القطبين السماويين والجرم السماوي (دائرة الساعة) والخط الواصل بين الأرض ونقطة الاعتدال الربيعي مقيساً بالساعة وأجزائها (خط الطول).

- نجم، الصعود المستقيم له هو 40 درجة. قام الراصد برصده تماماً. وبعد مضي 4 ساعات رصد نجماً آخر عند نفس النقطة. ما الصعود المستقيم لهذا النجم.

الحل:

1 ساعة ← 15

4 ساعات ← ؟

؟ = 60 ← الصعود المستقيم له = 40 + 60 = 100 درجة

ملاحظة: إذا كان الصعود المستقيم لنجم أكثر من 180 فإننا نطرح الزاوية من 180 درجة، لكي نحصل على الصعود المستقيم الصحيح.

- وضح المقصود بالكوكبات: هي مجموعة نجوم تظهر في قبة السماء على شكل معين وهي موجودة في جميع الاتجاهات.

- **علل:** تبقى أشكال الكوكبات ثابتة عبر بضع مئات السنين.

إن حركة النجوم على القبة السماوية بطيء جداً إلى درجة يحتاج فيه النجم لآلاف السنين كي يغير موقعه، بالتالي فإن أشكال الكوكبات يبقى ثابتاً تقريباً عبر مئات من السنين.

- **علل:** نرى النجوم في السماء متخذة شكلاً معيناً مع أنها بعيدة عن بعضها البعض.

لأن إسقاطات مواقع النجوم الثلاثية الأبعاد على سطح القبة السماوية تبدو كما لو كانت قريبة من بعضها فتتخذ شكلاً معيناً.

- **علل:** أشكال الكوكبات غير ثابت ويتغير عبر آلاف السنين.

ذلك لأن الكوكبة النجمية لا تكون بالضرورة قريبة من بعضها وليست مرتبطة بالضرورة جذبياً من بعضها البعض، وحيث أن لكل نجم حركة خاصة به فإنه لا توجد حركة مشتركة لكل نجوم الكوكبة النجمية لذلك تتغير مع الزمن الطويل.

ملاحظة: إن النجوم المكونة لكوكبة نجمية لا تكون بالضرورة قريبة من بعضها وليست مرتبطة بالضرورة جذبياً ببعضها بعضاً فهي قد تكون بعيدة عن بعضها في الفضاء الفسيح، ولكن إسقاطات مواقعها الثلاثية الأبعاد على سطح قبة السماء يبدو كما لو كانت قريبة من بعضها.

نقطة الاعتدال الربيعي: عرفها. هي نقطة تقاطع دائرة البروج مع دائرة استواء السماء والتي تشرق الشمس فيها من الشرق الحقيقي.

ملحق 1:

- **علل:** يشبه النظام الإحداثي السماوي النظام الإحداثي المستخدم في الجغرافية الأرضية.

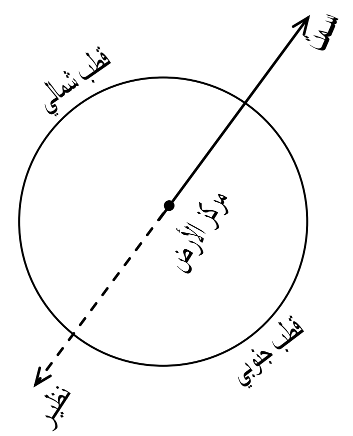
[اكتب تعريف خط الطول، قارنه بتعريف الصعود المستقيم ثم عرف خط العرض وقارنه بتعريف الميل، فينتج الجواب.

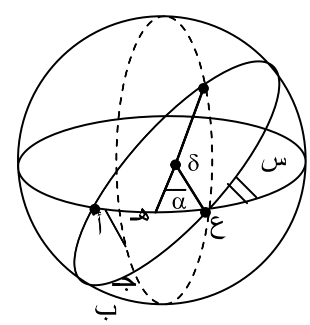
- **علل:** لا يرى النجم القطبي من النصف الجنوبي للكرة الأرضية.

ذلك لأن موقع النجم فوق القطب الشمالي مباشرة وهو ثابت في ذلك الموقع لذلك لا يمكن رؤيته.

كيف يمكنك تحديد الشمال الجغرافي ليلاً بوساطة النجوم؟

بواسطة النجم القطبي الموجود دائماً فوق القطب الشمالي.





أ: دائرة استواء السماء — ب: دائرة البروج

جـ: دائرة الساعة — ع: نقطة اعتدال ربيعي أو خريفي

هـ: 23.5 — δ: زاوية ميل الجرم السماوي

α: زاوية الصعود المستقيم

الفصل الخامس
النجوم
ماهية النجوم:

- وضح المقصود بالنجم؟

هو جرم سماوي تبلغ درجة الحرارة والضغط في باطنه مبلغاً كبيراً مما يؤدي إلى توليد كميات هائلة من الطاقة أو سبق وتولدت هذه الطاقة في الماضي.

- ويمكن تعريف النجم بطريقة أخرى (هو جرم سماوي مضيء أو كان مضيئاً).

عرف شدة إضاءة النجم.

هي مقدار الطاقة المنبعثة من النجم في وحدة الزمن (جول/ث).

(*) قانون ستيفان – بولتزمان: ينص على شدة إضاءة جسم (أسود) تتناسب طردياً مع القوة الرابعة لدرجة حرارة الجسم المطلقة.

ش = σ م د^4

σ = ثابت ستيفان بولتزمان.

م مساحة سطح الجسم.

د: درجة حرارة الجسم المطلقة (بالكلفن)

د مطلقة (كلفن) = 273 + دس°

دار اليـــازوري العلميـــة

- مثال:

نجم مساحته السطحية 4×10^{16} م^2، درجة حرارته السطحية 1000 درجة مطلقة (كلفن) فإذا كان ثابت ستيفان – بولتزمان 5×10^{-8} جول/م2 كلفن، احسب شدة إضاءة هذا النجم.

الحل:

ش = σ م د^4

$= 5 \times 10^{-8} \times 4 \times 10^{16} \times (10000)^4 = 20 \times 10^{8} \times 10^{16}$

$= 20 \times 10^{24}$ جول/ث.

ملاحظة: تكون شدة إضاءة هذا النجم باستخدام قانون ستيفان – بولتزمان حقيقية.

ما الشدة التي نراها على سطح الأرض؟ وما علاقتها ببعد النجوم عن الأرض؟

إن الشدة التي نراها على الأرض شدة ظاهرية وليست حقيقية وذلك بسبب بعد النجوم عن الأرض.

ملاحظة: تناسب شدة الإضاءة الظاهرية للنجم عكسياً مع مربع المسافة بين النجم والأرض.

$$\text{ش} \propto \frac{1}{\text{ف}^2} \leftarrow \text{ش} = \frac{\text{ثابت}}{\text{ف}^2}$$

مثال:

نجمان أ، ب موجودان على القبة السماوية للأرض. النجم أ يبعد مسافة ف والنجم ب يبعد مسافة 3/1ف. احسب النسبة بين شدة إضاءة النجم أ من النجم ب.

الحل:

$$\frac{\text{ش}_{\text{أ}}}{\text{ش}_{\text{ب}}} = \frac{\frac{1}{\text{ف}^2}}{\frac{1}{\left(\frac{1}{3}\text{ف}\right)^2}} = \frac{1}{\text{ف}^2} \times \left(\frac{1}{3}\text{ف}\right)^2$$

$$= \frac{1}{\text{ف}^2} \times \frac{1}{9}\text{ف}^2 = \frac{1}{9}$$

- مثال:

إذا كانت شدة إضاءة النجم أ نصف شدة إضاءة النجم ب. احسب بعد النجم أ عن الأرض نسبة إلى بعد النجم ب عن الأرض؟

الحل:

$$\text{ش} \propto \frac{1}{\text{ف}^2} \longleftarrow \text{ف} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{ش}}}$$

$$\longleftarrow \frac{\text{ف}_{\text{أ}}}{\text{ف}_{\text{ب}}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{\text{ش}_{\text{أ}}}}}{\frac{1}{\sqrt{\text{ش}_{\text{ب}}}}} = \frac{1}{\sqrt{\text{ش}_{\text{أ}}}} \times \sqrt{\text{ش}_{\text{ب}}}$$

$$= \frac{\sqrt{2\text{ش}_{\text{أ}}}}{\sqrt{\text{ش}_{\text{أ}}}} = \sqrt{2}$$

علل: تظهر لنا النجوم بشدة إضاءة ضعيفة جداً مع أن شدتها عالية جداً.

ذلك لأن شدة الإضاءة التي نراها هي ليست شدة إضاءة حقيقية، إنما ظاهرية، تتناسب عكسياً مع مربع بعد النجم عن الأرض، لذلك تظهر شدة النجوم بمقدار صغير جداً.

(*) الأقدار الظاهرية:

- عرف القَدْر الظاهري تصنيف النجوم حسب شدة إضاءتها كما تظهر على الأرض.

(*) تقسيم هيبارخوس: اختار هيبارخوس ألف نجم في القَدر الأول وأقلها القدر السادس.

(*) تقسيم هيبارخوس المطور: تزيد شدة الإضاءة لنجم من القَدر (1) عن نجم من (2) بمقدار $(100)^{1/5} = 2.512$.

- تزيد شدة الإضاءة لنجم من القَدْر (2) عن نجم من القدر (3) بمقدار = $(100)^{1/5} = 2.512$.

قاعدة عامة: النسبة لشدة إضاءة نجم أو قدره ن1 إلى شدة إضاءة نجم قَدْره ن2= $(2.512)^{ن2-ن1}$ (**ملاحظة:** $ن_1 > ن_2$).

- ارسم جدولاً توضح فيه النسبة بين شدة الإضاءة لنجم قَدْره يبدأ من (1) إلى (6)، ونجم آخر قَدْره يبدأ من (1) إلى (6).

نـجم (1) نـجم (2)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	1	(2.512)	$(2.512)^2$	$(2.512)^3$	$(2.512)^4$	$(2.512)^5$
2	(2.512)	1	(2.512)	$(2.512)^2$	$(2.512)^3$	$(2.512)^4$
3	)	)	1	)	)	)

^{3}(2.512	^{2}(2.512	(2.512		(2.512	^{2}(2.512	
) ^{2}(2.512	) (2.512	1	) (2.512	) ^{2}(2.512	) ^{3}(2.512	4
) (2.512	1	) (2.512	) ^{2}(2.512	) ^{3}(2.512	) ^{4}(2.512	5
1	) (2.512	) ^{2}(2.512	) ^{3}(2.512	) ^{4}(2.512	) ^{5}(2.512	6

- مثال:

ما النسبة بين نجم من القَدْر الثاني إلى نجم من القَدْر الخامس؟

الحل:

القَدْر الثاني يزيد عن الخامس بمقدار $(2.512)^3 = 15.8$

- مثال:

نجم أ قَدْره النجمي 1.5، ونجم آخر ب قَدْره 5.5 احسب النسبة بين شدتي إضاءتيهما.

الحل:

$(2.512)^{1.5-5.5} = (2.512)^4 = 39.8$

- مثال:

نجم ما شدة إضاءته 251 ضعفاً بالقياس إلى شدة إضاءة نجم من القدر السادس. جد قَدْر ذلك النجم.

الحل:

$(2.512)^{6-\text{ن}} = 251$.

$(2.512)^{6-\text{ن}} = (2.512)^{5} \leftarrow 6-\text{ن} = 5 \leftarrow \text{ن} = 1$

(*) التقسيم الحديث لأَقدر النجوم الظاهرية:

ما هو القَدر الظاهري للشمس؟ وهل يعد أعلى قَدْر ظاهري؟ علل.

قدر الشمس هو (-26.5) ويعد أعلى قدر ظاهري في النجوم الظاهرية لأن الشمس أقرب نجم إلى الأرض.

ما عيوب تقسيم هيبارخوس في أقدار النجوم أو في شدة إضاءة النجوم؟

1- لم يشمل الشمس في تقسيمه.

2- اعتمد في تصنيفه للنجوم على عينيه المجردتين (أي بدون آلات تقريبية).

- **علل:** لا نرى النجوم جميعها في المدن ولكننا نراها في المناطق غير المأهولة (الصحراء).

لأن المدن تعكس إضاءتها على القبة السماوية، فالنجوم الباهتة تختفي من هذه الإضاءة لدرجة أنه لا يمكن رؤيتها، في حين أنه في المناطق غير المأهولة فإن السماء والأرض معتمة تماماً فلا يظهر فيها إلا إضاءة النجوم فيظهر القوي والباهت منها.

(*) علاقة قدري نجمين تبعاً لشدة إضاءتيهما:

$$\text{ق}_{\alpha} - \text{ق}_{B} = 2.5\ \text{لو}\ \frac{\text{ش}_{B}}{\text{ش}_{\alpha}}$$

قα: القدر الظاهري للنجم α

قB: القدر الظاهري للنجم B

شα: شدة إضاءة النجم α.

شB: شدة إضاءة النجم B.

- مثال:

نجمان أ، ب نسبة شدة إضاءة النجم أ إلى ب هو مئة ضعف. ما الفرق بين قدري النجمين؟

الحل:

$$ق_ب - ق_أ = 2.5 \text{ لو } \frac{ش_B}{ش_\alpha}$$

$$ق_ب - ق_أ = 2.5 \text{ لو } (100) = 2.5 \text{ لو } (10)^2 = 2.5 \times 2 \text{ لو } 10$$

$$= 5$$

(2) إذا علمت أن قدر النجم أ = -4 فما هو قدر النجم ب.

الحل:

$$ق\ ب - -4 = 5 \leftarrow ق_ب + 4 = 5 \leftarrow ق_ب = 1$$

مثال:

نجمان أ، ب النسبة بين شدة إضاءة النجم أ إلى ب هو ألف ضعف. إذا علمت أن قدر النجم ب هو 2، فما هو القدر الظاهري للنجم أ.

دار **اليـــازوري** العلميـــة

الحل:

قب – قأ = 2.5 لو شأ

شب

2 – قأ = 2.5 لو (1000)

2 – قأ = 2.5 لو $(10)^{3}$

2 – قأ = 7.5 ← ق = -5.5

- مثال:

نجمان أ، ب القدر الظاهري لهما على الترتيب 4، -6 فإذا علمت أن شدة إضاءة النجم ب 400 جول/ث. احسب شدة إضاءة النجم أ.

الحل:

قب – قأ = 2.5 لو ش أ

شب

-6 – 4 = 2.5 لو شأ

شب

-10 لو ش أ ← -4 = لو ش أ

2.5 شب شب

شأ = 10^{-4} ← ش أ = 10^{-4}

شب 100

ش أ = 400 × 10^{-4} جول/ث

= 0.04 جول/ث

- مثال:

نجم من القدر الخامس شدة إضاءته 100/1 من شدة إضاءة النجم الآخر. ما القدر الظاهري للنجم الآخر؟

الحل:

ش$_{\alpha}$ = $\frac{1}{100}$ ش$_{B}$ ← 100 ش$_{\alpha}$ = ش$_{B}$

ق$_{\alpha}$ - ق$_{B}$ = 2.5 لو $\frac{\text{ش}_{\text{أ}}}{\text{ش}_{\text{ب}}}$

5 – ق$_{B}$ = 2.5 لو (100) ← 5 – ق$_{B}$ = 2.5 لو $(10)^{2}$

5 – ق$_{B}$ = 2.5 × 2

5 – ق$_{B}$ = 5 ← ق$_{B}$ = صفراً.

- مثال:

نجمان أ، ب القدر الظاهري لهما على الترتيب -1، 5 شدة إضاءة (ب) 1000 جول/ث ما شدة إضاءة النجم (أ).

الحل:

ق$_{\text{أ}}$ – ق$_{\text{ب}}$ = 2.5 لو $\frac{\text{ق}_{\text{أ}}}{\text{ق}_{\text{ب}}}$

$$-1 - 5 = 2.5 \text{ لو } \frac{\text{ق}_{\text{أ}}}{\text{ق}_{\text{ب}}} \leftarrow \frac{-6}{2.5} = \text{ لو } \frac{\text{ق}_{\text{ب}}}{\text{ق}_{\text{أ}}}$$

$$-2.4 = \text{ لو } \frac{1000}{\text{ش}_{\text{أ}}}$$

$$\leftarrow \frac{1000}{\text{ش}_{\text{أ}}} = 10^{-2.4} \leftarrow \text{ش}_{\text{أ}} = \frac{1000}{10^{-2.4}}$$

$$= \frac{(10)^{3}}{(10)^{-2.4}} = (10)^{5.4}$$

(*) **ملاحظة** (1): القدر الظاهري يتناسب عكسياً مع شدة الإضاءة.

(*) **ملاحظة** (2): تذكر أن القدر الظاهري 10 أكبر من القدر الظاهري 20، وهكذا.

(*) **علل** الأَقْدار المطلقة تعطي قراءات أفضل ودقة أفضل من أقْدارها الظاهرية.

الجواب: لأن الأَقْدار الظاهرية تستند إلى مقارنة النجوم (شدة إضاءتها) بحسب ما نراه على الأرض، ولكن ذلك سيعطينا خطأ في قياس أقدارها لتفاوت أبعاد النجوم عن الأرض، وهذا يجعل البعيد منها باهتاً والقريب قوياً في الإضاءة. مع أنه يحتمل أن يكون في حقيقة الأمر العكس، لذلك فالمطلقة تقيس الأقدار من بعد ثابت على سطح الأرض.

- عرف الفرسخ الفلكي: هو وحدة قياس المسافات الفلكية.

- عرف القدر المطلق سماوي (نجم): هو القدر الظاهري لذلك النجم فيما لو كان بعده عنا 10 فراسخ فلكية.

وتعطى علاقة الأقدار المطلقة على النحو التالي:

$ق_{م} - ق_{ظ} = 5 - 5$ لو ف

حيث: $ق_{م}$ = القدر المطلق لنجم.

$ق_{ظ}$: القدر الظاهري لنفس النجم.

ف: المسافة بين النجم والأرض بالفرسخ.

ملاحظة (1): يُسمى الفرق بين القدر المطلق والظاهري لنجم بمعامل المسافة.

ملاحظة (2): الأقدار تمشي بعكس كبر الأرقام ودائماً القدر المطلق أكبر من القدر الظاهري.

$ق_{ظ} - ق_{م}$ = معامل المسافة (موجب دائماً).

- مثال:

نجم قدره الظاهري (-2) وقدره المطلق (-4). احسب بعد النجم عن الأرض بوحدة الفرسخ.

الحل:

$ق_{م} - ق_{ظ} = 5 - 5$ لو ف

-4 – (-2) = 5 – 5 لو ف ← -4 + 2 = 5 – 5 لو ف

-2 = 5 – 5 لو ف

-2 – 5 = -5 لوف

-7 = 5 لوف

-7 = لوف ف = $10^{5/7}$ فرسخ

-5

- مثال:

نجم يبعد عنا مسافة 100 فرسخ، قدره الظاهري (5)

جد:

(1) معامل المسافة للنجم.

(2) القدر المطلق لهذا النجم

الحل:

(1) معامل المسافة = 5 – 5 لوف

= 5 – 5 لو (100) = 5 – 5 لو $(10)^2$

= 5 – 5 × 2 = 5 –10

= -5

(2) قم – قظ = -5

قم – 5 –5 ← قم = 5 – 5 = صفراً

- مثال:

نجم القيفاوي قدره الظاهري (+3) شدة إضاءته تعادل (100) ضعف من شدة إضاءة نجم الشعري اليمانية. احسب القدر المطلق لنجم الشعري اليمانية علماً بأن بعد الشعري اليمانية عن الأرض (1000) فرسخ فلكي.

الحل:

ش شعرى

ق قيفاوي – ق شعرى = 2.5 لو ———

ش قيفاوي

3 – ق$_{ش}$ = 2.5 لو $(10)^{-2}$ * 3 – ق ش – 2.5 × -2

3 – ق$_{ش}$ = -5

ق$_{ش}$ = 3 + 5 = 8

ق$_{مش}$ – ق$_{ظش}$ = 5 –5 لوف

ق$_{مش}$ – 8 = 5 – 5 لو (1000) * ق$_{مش}$ – 8 = 5 – 5 لو $(10)^{3}$

ق$_{مش}$ – 8 5 – 5 × 3 ← ق$_{مش}$ – 8 = 5 – 15

ق$_{مش}$ – 8 –10 * ق$_{مش}$ = 8 – 10 = -2

- مثال:

نجم العفرا قدره المطلق (+2)، يبعد عن الأرض 100 فرسخ فلكي. شدة إضاءته تعادل 1000 ضعف من شدة إضاءة نجم الزينة. جد القدر الظاهري لنجم الزينة.

الحل:

ش زينة

ق$_{عفرا}$ – ق$_{زينة}$ = 2.5 لو ——

ش عفرا

ش زينة

2 – ق زينة = 2.5 لو ———

1000 ش عفرا

2 – ق زينة = 2.5 لو $\frac{1}{1000}$

2 – ق زينة = 2.5 لو $(1000)^{-1}$

2 – ق زينة = 2.5 لو $(10)^{-3}$

2 – ق زينة = 2.5 × -3 　　　　 2 – ق زينة = -7.5

ق زينة = 9.5

ق م زينة – ق ظ زينة = 5 – 5 لو (100)

9.5 – ق ظ زينة 5 – 5 لو $(10)^2$

9.5 – ق ظ زينة = 5 – 5 × 2 　　　　 9.5 – ق ظ زينة = 5 – 10

ق ظ زينة = 14.5

علل: يجري تعديل على معادلة القدر المطلق لنجم ما.

بسبب تدخل الامتصاص لجزء من إضاءة النجم بسبب وجود الغبار والذرات في الفضاء بين نجم والأرض.

ـ كيف تصبح معادلة القدر المطلق لنجم بوجود معامل الامتصاص؟

ق م – ق ظ = 5 – 5 لو_{10} ف – أ

أ: ثابت تأثير الامتصاص

مكونات النجوم ودرجات حرارتها:

- وضح المقصود بالطيف الضوئي:

هو الطيف المتصل والذي يتكون من جميع ألوان الطيف السبعة بدرجاتها، الذي ينتج عن جمعها الضوء الأبيض.

- ما الطريقة التي يتم تحديد عناصر نجم ما؟

إن أطياف النجوم خطية ونستطيع من هذه الأطياف معرفة العناصر المكونة لنجم ما لأن كل عنصر له طيف خطي يميزه عن سائر العناصر، فدراسة تلك الأطياف يعطينا فكرة عن مكوناتها.

ملاحظة: 1- عند تسخين جسم فإن لونه يبدأ باللون الأحمر.

ملاحظة: 2- كلما انخفضت درجة حرارة جسم زاد الطول الموجي للطيف المنبعث منه.

ملاحظة: 3- لا نرى أطياف الأجسام الباردة (التي تقل عن 50 س°)- لأنها تقع ضمن الطيف غير المرئي مع أنها تشع أطيافاً.

تعطى علاقة فين (علاقة طول موجة الطاقة العظمى مع درجة حرارة الجسم) على الصورة التالية:

$$\lambda\text{ع} = \frac{\text{ث}}{\text{د}}$$

λع = طول موجة القيمة العظمى للانبعاث الطيفي.

د: درجة حرارة الجسيم المطلقة (بالكلفن).

$د_{1\ \text{المطلقة}}$: دس° + 273

ث: ثابت فين للإزاحة (2.9×10^{-3} م. كلفن)

سم = 10^{-2} متر

ملم = 10^{-3} م

ميكرون (ميكرومتر) = 10^{-6}م

انغستروم = 10^{-10}م

لماذا يسمى قانون فين للإزاحة؟

لأنه بزيادة درجة الحرارة ينزاح منحنى الطاقة التي تشعها الأجسام مع الطول الموجي الأقل (لليسار).

- ما درجة حرارة جسيم بالسيليزي (س°) إذا علمت أن طول الموجة التي يشعها الجسم (النجم) عند أقصر انبعاث طيفي هو 5800 أنغستروم.

الحل:

$$\lambda_{ع} = \frac{\text{ث}}{\text{د}} \leftarrow \text{د} = \frac{\text{ث}}{\lambda} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{2800 \times 10^{-10}} = \frac{2.9}{5800} \times 10^{7} = 5000$$

$د_{1\ \text{المطلقة}}$ = د س° + 273 ← دس° = 5000 – 273 = 4727

ملحق: الأصناف الطيفية الرئيسية للنجوم.

الصنف الطيف	لون النجم	درجة حرارة سطح النجم (كلفن)	مصادر الأطياف

الصنف الطيف	لون النجم	درجة حرارة سطح النجم (كلفن)	مصادر الأطياف
O	أسخن النجوم وأكثرها زرقة	30.000 – 60.000	ذرات الهيليوم المتأنية
B	أزرق	10.000 – 30.000	ذرات الهيليوم المتعادلة
A	أبيض مزرق	7500 – 10.000	ذرات الهيدروجين المتعادلة
F	أبيض	6000 – 7500	ذرات الهيدروجين المتعادلة وفلزات متأينة
G	أبيض مصفر	6000-5000	هيدروجين متعادل وكالسيوم متأين
K	برتقالي باهت	3500 – 5000	ذرات فلزات متعادلة
M	برتقالي محمر	أقل من 3500	جزيئات وفلزات متعادلة

- مثال:

نجم درجة حرارته 3727 س°. وما طول الموجة التي يشعها النجم عند أقصى انبعاث؟

الحل:

$$\lambda_{\text{ع}} = \frac{\text{ث}}{\text{د}} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{400} = \frac{2.9}{4} \times 10^{-6} = 7250 \text{ أنغستروم}$$

ملاحظة: 1- إذا كان النجم بصنف B، نجم آخر بصنف D. فإن النجم الأول يبدي شدة أعلى لطيف الهيدروجين من الثاني.

ملاحظة: 3- إن مخطط هيرتزبرنغ رسل (مخطط H-R) هو مخطط يمثل العلاقة بين درجة حرارة سطح النجم وشدة الإضاءة ممثلة بالقدر المطلق.

- ملاحظات على مخطط H – R:

1- شريط التتابع الرئيسي للنجوم: هو شريط يمتد من الزاوية السفلية من اليمين في مخطط (H -R) والذي يضم عليه معظم النجوم في القبة السماوية.

2- تسمى النجوم الواقعة عليه نجوم التتابع الرئيسي.

3- تقع الشمس على مخطط (H-R) في وسط شريط التتابع الرئيسي.

4- إن شريط التتابع الرئيسي يوضح أن العلاقة بين شدة إضاءة نجم ودرجة حرارته السطحية هي علاقة طردية.

5- إن النجوم أعلى شريط التتابع الرئيسي تمتاز بشدة إضاءتها العالية ودرجة حرارتها الكبيرة.

6- إن لون النجوم الموجودة على الشريط في أعلاه ذات ألوان زرقاء أو بيضاء.

7- إن نجوم التتابع الرئيسي الموجودة أسفل مخطط (H-R) ذات لون أحمر.

8- مميزات نجوم التتابع الرئيسي في أعلى الشريط: درجة حرارتها المرتفعة، شدة إضاءة عالية، وتمتاز باللون الأبيض أو الأزرق.

9- مميزات نجوم التتابع الرئيسي في أسفل الشريط: درجة حرارتها المنخفضة، شدة إضاءة منخفضة، وتمتاز باللون الأحمر أو البرتقالي.

ملاحظة:

1- النجوم أعلى شريط (H-R) تمتاز بدرجة حرارة سطوحها منخفضة، وشدة إضاءتها عالية.

2- النجوم أسفل الشريط (H-R) تمتاز بارتفاع درجة حرارة سطوحها، وشدة إضاءتها منخفضة.

ملاحظة:

2- نجوم التتابع الرئيسي في أعلى الشريط أو أسفله تختلف عن النجوم أعلى شريط (H-R) أو أسفله.

- **علل:** النجوم أعلى شريط مخطط (H-R) إلى اليمين ذات درجة حرارة منخفضة وشدة إضاءة عالية. [**علل:** النجوم العملاقة الحمراء تتميز بدرجة حرارة منخفضة وشدة إضاءة عالية].

حسب قانون ستيفان بولتزمان فإن النجوم ذات الحجم الكبير تكون لها شدة إضاءة عالية مع أن درجة حرارتها منخفضة (شدة الإضاءة تتناسب طردياً مع مساحة السطح).

علل: النجوم الموجودة أسفل مخطط (H-R) إلى اليسار ذات درجة حرارة عالية وشدة إضاءة منخفضة. [**علل:** النجوم الأقزام البيض تتميز بدرجة الحرارة المرتفعة وشدة الإضاءة المنخفضة].

حسب قانون ستفيان بولتزمان فإن شدة إضاءة النجم تتناسب طردياً مع مساحة سطحه، فمع أن درجة حرارة النجوم عالية إلا صغر المساحة (صغر الحجم) بسبب نقصان شدة إضاءة النجوم.

- عرف النجوم العملاقة الحمراء: هي نجوم تقع أعلى شريط التتابع الرئيسي على مخطط (H-R) تتميز بكبر حجمها ودرجة حرارتها المنخفضة وشدة إضاءتها العالية.

- عرف الأقزام البيض: هي نجوم تقع أسفل شريط التتابع الرئيسي على مخطط (H-R) تمتاز بصغر حجمها ودرجة حرارتها العالية وشدة إضاءتها المنخفضة.

كيف عرفنا أن النجوم تمثل مراحل عمرية مختلفة؟

1- اكتشاف سدم غازية كونية.

2- وجود نجوم متفاوتة الخصائص.

ملاحظة: تتأثر شدة إضاءة نجم بعاملين:

1- درجة حرارة سطح النجم.

2- مساحة سطحه.

تطور النجوم:

ملاحظة: إن منشأ النجوم في الكون هي السدم الكونية، والكون هو من مخلوقات الله تعالى.

- عرف السدم الكونية: هي أبخرة وغازات وأغبرة الكون المختلفة.

اذكر المراحل التي يمر بها تكوين النجم الأولي؟

1- يؤدي وجود منطقة في السديم ذات كثافة أعلى من مجاوراتها من مناطق السديم إلى بدء الانكماش الجذبي.

2- تتحول طاقة الوضع لجسيمات السديم إلى طاقة حريكة.

3- ترتفع درجة حرارة السديم في المركز أكثر من ارتفاعها في أطرافه.

4- يؤدي ذلك إلى ارتفاع قيمة الضغط في مركز السديم الذي يعمل على مباعدة أجزاء الكتلة المنكمشة عن بعضها بالتمدد بالحرارة في حين تعمل قوة الجاذبية على تقريبها.

5- عندما تتزن القوتان يتوقف الانكماش الجذبي، وتعرف الكتلة المنكمشة المستقرة بالنجم الأولي.

- **علل:** لا يمكن للنجوم أن تشع إلى ما لا نهاية وإنما ستكون لها أعمار محدودة.

1- لأن النجوم تشع مقادير هائلة من الطاقة.

2- لأن النجوم ذوات حجوم وكتل محدودة (محتوى الطاقة محدود).

- وضح المقصود بالنجم الأولي: هو النجم المتكون عن السديم الكوني عندما تتزن قوتا التمدد الحراري وقوة الانكماش الجذبي.

- وضح كيف تعمل قوتا الانكماش الجذبي وقوة التمدد على تغيير حجم النجم [**علل:** حجم النجوم متغير مع الزمن (ليس ثابتاً).

بسبب اختلاف درجة الحرارة بين مركز وسطح النجم فإن النجم يفقد حرارته بالإشعاع وبالتالي تنخفض درجة حرارته وضغطه إلى الحد الذي تتغلب فيه قوة الانكماش الجذبي على قوة التمدد فينكمش النجم. نتيجة لهذا التقارب الجذبي سيزداد عدد التصادمات بين مكونات النجم فترتفع درجة حرارة النجم وضغطه إلى الحد الذي تتغلب فيه قوة التمدد على قوة الانكماش فيكبر النجم.

- **علل:** لا تستطيع النجوم دمج نوى الحديد.

لأن درجة حرارة النجوم في باطنها غير كافية لدمج نوى الحديد التي تحتاج حرارة عالية.

ملاحظة: 1- في نجوم التتابع الرئيسي يكون التفاعل اندماجاً نووياً.

ملاحظة: 2- عند بدء التفاعلات الاندماجية في النجم يصبح نجم تتابع رئيسياً.

ملاحظة: 3- في الشمس يحدث على سطحها تفاعلات اندماج نووي.

- اذكر المراحل التي يمر بها النجم أثناء ولادته، (كيفية تحول النجم الأولي إلى تتابع رئيسي).

1- يصل النجم إلى حد معين من الانكماش الجذبي.

2- ترتفع درجة الحرارة والضغط في مركزه حتى تصل حداً يكفي لإشعال الاندماج النووي.

3- عند بدء الاندماج النووي يصبح النجم من نجوم التتابع الرئيسي.

4- تتزن القوتان لمدة طويلة لأن الطاقة التي يفقدها النجم بالإشعاع يعوضها بالاندماج النووي.

5- مع استمرار الاندماج النووي تزداد درجة حرارة السطح فتزداد شدة إضاءة النجم (قانون ستيفان – بولتزمان).

- هل يؤدي ارتفاع درجة حرارة سطح النجم وشدة إضاءته إلى تغيير مكان النجم على مخطط (H-R) صف هذا التغير إن كان الجواب نعم.

نعم، بسبب تغير شدة إضاءة النجم مع درجة حرارته إذا وجد عدم اتزان بين قوة الانكماش وقوة التمدد.

- اذكر المراحل التي يمر بها النجم في مرحلة الشيخوخة (النجوم العملاقة الحمراء)، [وضح المراحل التي يتحول بها النجم من تتابع رئيسي إلى نجم أحمر عملاق].

1- في مرحلة التتابع الرئيسي حين يستنفد النجم وقوده الهيدروجيني في مركزه متحولاً إلى هيليوم، تتناقص درجة حرارته فتتغلب القوة الجاذبية الضامة لذا ينكمش النجم.

2- تكون درجة الحرارة في المركز أدنى من أن تشعل الهيليوم.

3- مع استمرار انكماش النجم الجذبي، ترتفع درجة حرارة المنطقة المحيطة بالمركز حتى تصل حداً يمكنها من إشعال الاندماج النووي.

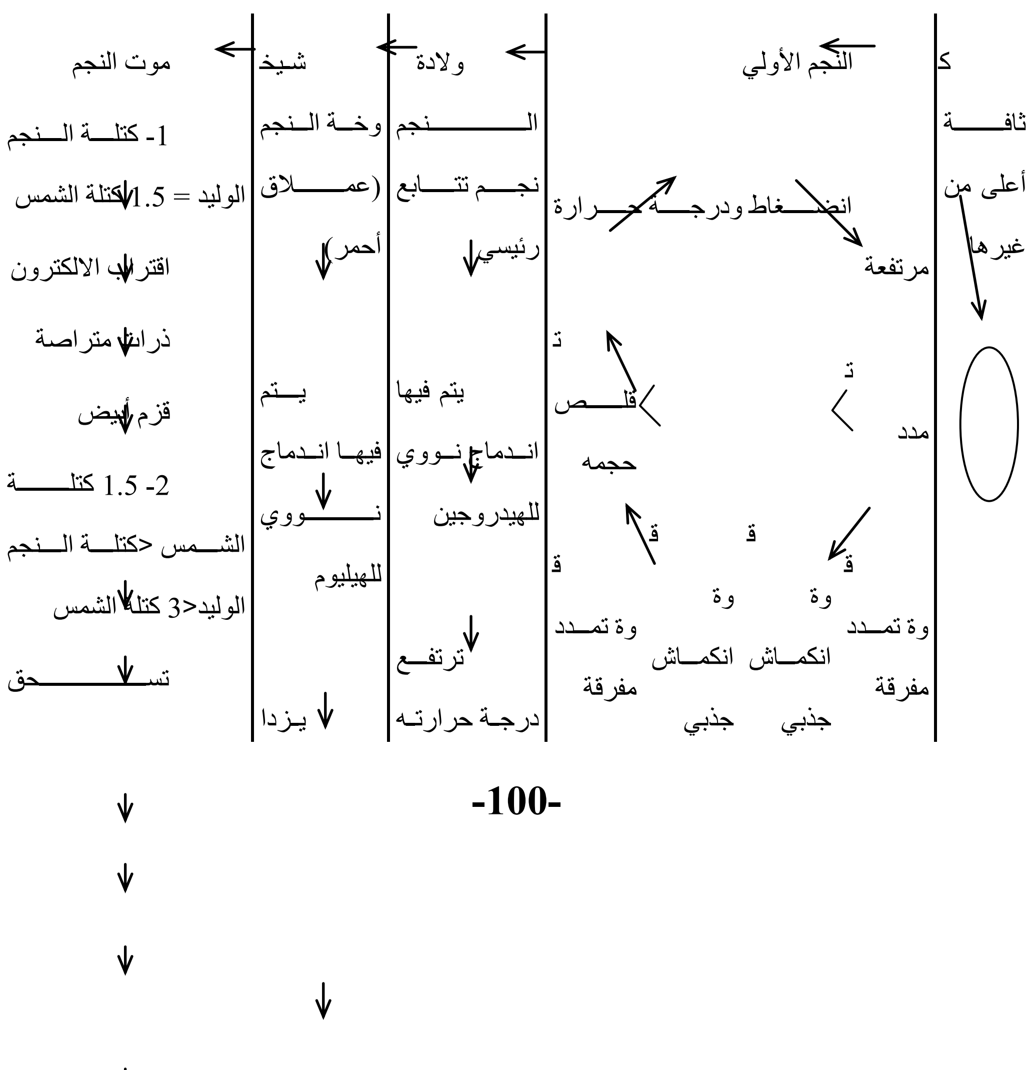
4- ترتفع درجة الحرارة والضغط داخل النجم فيتمدد ويزداد حجمه.

5- يترك النجم شريط التتابع الرئيسي ويسمى العملاق الأحمر.

6- تزداد شدة إضاءة النجم بسبب زيادة مساحة سطحه (ستيفان بولتزمان).

ملاحظة: عند بدء التفاعلات النووية الاندماجية لنوى الهيليوم: يتحول النجم عملاقاً أحمر.

ملخص النجوم



غبار كوني (سديم)	يبرد النجم بالإشعاع	وضغطه تتوازن قوتا الانكماش الجذبي والتمدد المفرقة	د حجمه وتزداد شدة إضاءته تتغلب قوة الانكماش على قوة التمدد يرجع للتابع الرئيسي	الالكترونات بروتون + الكترون = نيوترون نيوترونات متراصة نجم نيوتروني 3- كتلة النجم الوليد > 3 أضعاف كتلة الشمس تختفي المادة ثقب أسود

النجوم المستعرة وفوق المستعرة:

- عرف النجوم المستعرة: هي النجوم التي تسطع بشكل غير عادي وبصورة فجائية بحيث تزيد شدة إضاءتها ملايين المرات في بضعة أيام.

- **علل:** ظهور نجوم مستعرة في القبة السماوية.

1- يحصل عندما يكون القزم الأبيض جزءاً من ثنائي نجمي ورفيقه نجم أحمر عملاق.

2- يجذب القزم الأبيض بسبب كثافته العالية جزءاً من الغلاف المادي الخارجي لرفيقه العملاق.

3- تسقط هذه المادة على القزم الأبيض وتشعل فيه الاندماج النووي.

4- تتولد مقادير هائلة من الطاقة فتسطع هذه النجوم.

ملاحظة: النجوم المستعرة تكون عادة قزماً أبيض.

ملاحظة: إن الذي يحدث استعار النجوم (القزم الأبيض) هي ارتطامها بكتل من نجوم عملاقة حمراء.

- عرف النجوم فوق المستعرة: هي نجوم يزداد سطوعها في القبة السماوية بشكل أكبر بكثير من النجوم المستعرة.

- **علل:** ظهور نجوم فوق مستعرة في قبة السماء.

1- من المستحيل حدوث اندماج نووي إذا تكون في مركز النجم، فينكمش النجم وينتج عنه مباشرة تفجره في الفضاء.

2- تنطلق الطاقة المفروض استهلاكها خلال بلايين السنين في ثوان.

3- فتصدر عن النجم طاقة هائلة تعادل تلك المنبعثة من مجرة برمتها .

- **علل:** ظهور نجوم فوق المستعرة في النهار.

لأن النجوم فوق المستعرة تنتج طاقة نتيجة انكماش النجم إلى درجة تجعله يتفجر فتطلق طاقة هائلة جداً تعادل الطاقة المنبعثة من مجرة برمتها.

- **علل:** لا تحدث ظاهرة النجوم المستعرة إلا مرة واحدة للنجم الواحد.

لأن ظاهرة تفجر النجم نتيجة انكماشه تؤدي إلى تفتيته نووياً بشكل كامل.

- قارن بين النجوم المستعرة والنجوم فوق المستعرة.

وجه المقارنة	المستعرة	فوق المستعرة
شدة الإضاءة	أقل	كبيرة جداً
مقدار الطاقة المشعة	مجموع الطاقة المشعة من الشمس في 1000 سنة	مقدار الطاقة التي تشعها مجرة كاملة
طريقة الحدوث	اصطدام كتلة من نجم عملاق أحمر بقزم أبيض	انكماش النجم نتيجة تكون الحديد في مركزه
عدد مرات حدوثه للنجم الواحد	له قابلية التكرار	تحدث مرة واحدة للنجم

ملاحظة: 1- أن ظاهرة النجوم فوق المستعرة تحدث للنجوم نتيجة تكون الحديد في مركزه.

ملاحظة: 2- يتوقف الاندماج النووي في نجم عند تكون الحديد في مركزه.

النـوابض: عرفهـا. هـي أجـرام فلكيـة تصـدر موجـات راديويـة غايـة فـي الانتظام في زمن دوري قصير جداً قد يكون جزءاً من الثانية.

ملاحظة: النوابض هي نجوم نيوترونية دوارة.

- **علل:** الظهور الدوري لإشعاعات من بعض النجوم.

لأن بعض النجوم النيوترونية تصدر موجات نتيجة دورانها الكبير جداً فـي مجـالات مغناطيسية هائلـة بحيث تصـدر حزمـاً من الإشـعاعات الراديويـة باتجاه معين وهذا يجعلها تظهر بشكل دوري.

ملحق:

مثال:

1- تـزداد شـدة الإضـاءة الظاهريـة لـنجم متغيـر 60 ضـعفاً. مـا القـدر الظاهري الجديد لنجم إذا كان قدره الظاهري الأصلي +5.

الحل:

الأصلي α، الجديد B ← قα - قB = 2.5 لو $\frac{\text{ش}_B}{\text{ش}_\alpha}$

5 – قB = 2.5 لو (60) ← 5 – قB = 2.5 لو (10 × 6)

← 5 – 2.5 [1 + 0.8] = قB ← قB = 0.5

مثال2- :

القـدر المطلـق لـنجم معـين +5 وقـدره الظـاهري +10 احسـب بعـده عنـا بالفراسخ الفلكية. والسنين الضوئية.

الحل:

ق$_{م}$ – ق$_{ظ}$ = 5 – 5 لوف

5 – 10 = 5 – 5 لوف

لوف = 2 ← ف = 10^{2} فرسخ

* كل فرسخ = 3.26 سنة ضوئية

* كل فرسخ = 3.1×10^{16} متر

* بالسنين الضوئية ← $10^{2} \times 3.26 = 326$ سنة ضوئية.

مثال:

3- احسب النسبة بين شدتي الإضاءة الظاهريتين لنجمين القدر الظاهري لأحدهما يساوي صفراً، في حين يساوي القدر الظاهري للثاني –3.

الحل:

$$0 - -3 = 2.5 \text{ لو } \frac{ش_B}{ش_\alpha}$$

$$\frac{3}{2.5} = \text{لو } \frac{ش_B}{ش_\alpha} \leftarrow \frac{ش_2}{ش_1} = (10)^{1.2} = 15.58$$

ما المقصود بحد تشاندرا سيكار: هو الحد الذي يمثل كتلة نجم تعادل مرة ونصف من كتلة الشمس، وتحدد هذه الكتلة موت النجم.

ملاحظة: 1- نق للقزم الأبيض يساوي تقريباً بضعة آلاف كيلومترات من حجم الأرض، وكثافة القزم الأبيض تساوي تقريباً عشرات الأطنان/سم^3.

ملاحظة: 2- إن كتلة القزم الأبيض تعادل 1.5 من كتلة الشمس.

ملاحظة: 3- نق للنجم النيوتروني يساوي تقريباً 20كم، وكثافة النجم النيوتروني تقريباً تساوي عشرات ملايين الأطنان/سم^3.

ملاحظة: 4- كتلة النجم الوليد المكونة للثقب الأسود تعاد (أكبر من 3 أضعاف كتلة الشمس).

وضح مراحل موت نجم تحول إلى قزم أبيض وما هي كتلة ذلك النجم؟

1- يستمر النجم في الانكماش الجذبي.

2- تقترب الالكترونات في ذرات المادة النجمية من بعضها.

3- تقاوم الالكترونات الانكماش الجذبي إذ تعمل عمل قوة ضغط مفرقة تعادل قوة الجاذبية الضامة.

4- يستقر النجم على هذه الحالة إذ تكون الذرات متراصة ويعرف النجم عندها بالقزم الأبيض. [كتلة النجم الوليد = 1.5 كتلة الشمس].

- وضح المراحل التي يتم فيها موت نجم نيوتروني، واذكر كتلة النجم الوليد عندئذ [نق النجم النيوتروني = 20كم، كثافة = عشرات ملايين الأطنان/سم^3].

1- يستمر انكماش المادة النجمية.

2- تسحق الكترونات الذرات داخل النوي.

3- تتحول البروتونات إلى نيوترونات نتيجة اتحادها مع الالكترونات.

4- تصبح المادة النجمية مادة نيوترونية.

5- تقترب نيوترونات المادة من بعضها نتيجة استمرار سحق المادة النجمية تحت تأثير القوة الجاذبية الضامة.

6- تصل إلى حد يعمل فيه مبدأ الاستبعاد قوة ضغط مفرقة تحول دون استمرار الانكماش الجذبي، فيستقر النجم.

7- تكون مكونات النجم نيوترونات متراصة، ويعرف النجم حينها بالنجم النيوتروني. [1.5 كتلة الشمس < كتلة الوليد < 3 كتلة الشمس].

وضح المراحل التي يتكون بها الثقب الأسود من موت نجم؟

1- يستمر النجم في الانكماش الجذبي.

2- تسحق المادة لتتحول إلى شيء لا نعرف ماهيته حسب قوانيننا الفيزيائية الأرضية، وهذا هو الثقب الأسود.

3- يكون حجم الثقب الأسود صغيراً جداً وبجاذبية عالية تمنع حتى فوتونات الضوء من الإفلات منه. [كثافة الثقب الأسود تفوق كل خيال علمي، قطره لا يتجاوز بضعة أمتار].

[كتلة النجم الوليد > 3 أضعاف كتلة الشمس].

- عرف: النجم النيوتروني: هو نجم كتلته تعادل مرة ونصف إلى 3 مرات من كتلة الشمس نشأ من اتحاد البروتونات والالكترونات بحيث أصبح مادته النجمية نيوترونية.

- عرف الثقب الأسود: هو نجم كتلته 3 أضعاف كتلة الشمس تحولت مادته إلى شيء لا نعرف ماهيته له جاذبية عالية جداً حتى أنه يجذب الضوء.

- عرف النجوم المتغيرة: هي نجوم تتغير شدة إضاءتها مع الزمن، هذه النجوم تتغير شدة إضاءتها خلال مدة زمنية دورية تسمى الزمن الدوري للنجم.

- عرف الزمن الدوري للنجم: هي الفترة الزمنية اللازمة لكي ترجع شدة إضاءة نجم لما كانت عليه بالبداية.

ما أقسام النجوم المتغيرة؟

1- نجوم متغيرة منتظمة: الزمن الدوري لها ثابت.

2- نجوم متغيرة غير منتظمة: الزمن الدوري لها غير ثابت.

ما أقسام النجوم المتغيرة المنتظمة؟

1- نجوم قيفاوية.

2- نجوم ميرا.

- قارن بين النجوم القيفاوية ونجوم ميرا.

وجه الاختلاف	نجوم قيفاوية	نجوم ميرا
نسبة وجودها في الكون (مجرتنا)	نادرة (700 نجم تقريباً)	الأكثر شيوعاً
قدرها الظاهري	تتراوح ما بين 4.4	تتراوح ما بين

	إلى 3.7	9 إلى 3
الزمن الدوري لها	بضعة أيام إلى 30 يوماً (قصير)	تقريباً 11 شهراً (طويل)

القدر المطلق

ملاحظة: نجم قيفاوي ← زمنه الدوري ← شدة إضاءته بعد النجم عن الأرض.

القدر الظاهري

ما اسم النجم الذي ترجع إليه النجوم القيفاوية؟ نجم قيفاوس.

ملاحظة: 1- يمكن معرفة شدة إضاءة نجم قيفاوي عن طريق: دراسة الزمن الدوري.

= **علل:** النجوم القيفاوية تتميز بعدم الاستقرار (لها زمن دوري متغير من نجم إلى آخر).

لأن النجوم القيفاوية هي نجوم عملاقة حمراء تتغير شدة إضاءتها بالتفاعلات النووية التي تجري بداخلها أو بتغير تدفق الإشعاع نحو الخارج فيؤدي ذلك إلى تغير حجومها وإضاءتها.

مثال 4:

نجمان شدة إضاءة أحدهما 2.5 ضعف شدة الآخر. ما الفرق بين قدريهما.

الحل:

$$2.5 = 2.5 \text{ لو } \frac{ش_B}{ش_\alpha} \leftarrow \frac{ش_B}{ش_\alpha} = 10$$

مثال 5:

لماذا تبدو الشمس أسطع نجم في السماء؟ ماذا تتوقع أن يكون قدرها المطلق، إذا علمت أن قدرها الظاهري ـ26، وبعدها عنا 8 دقائق ضوئية.

لأنها أقرب النجوم إلى الأرض، وحيث أن شدة الإضاءة والبعد علاقة عكسية.

الحل:

$ق_م - ق_ظ = 5 - 5$ لوف ← $ق_م = 26 = 5 - 5$ لو $(8 \times 365.25 \times 24 \times 60)$

$ق_م + 26 = 5 - 5 \times 6.6$ ← $ق_م = 54.1$

- ما مصدر الطاقة في النجم الأولي؟ ومتى يصبح النجم الأولي نجماً حقيقياً (نجم تتابع رئيسياً)؟

مصدر الطاقة هي قوة الانكماش الجذبي التي تؤدي إلى تصادم دقائق السديم الكوني، ويصبح النجم الأولي نجماً حقيقياً عندما تبدأ التفاعلات النووية الاندماجية للهيدروجين.

- **علل:** تحصل التفاعلات النووية لبعض النجوم في باطن النجم وليس على سطحه.

لأن درجة الحرارة في باطن النجم تكون كبيرة تكفي لإحداث تفاعلات نووية اندماجية في حين أن سطح النجم يكون بارداً نسبياً لباطنه نتيجة لفقد درجة حرارة سطحه بالإشعاع.

- **علل:** نجمان أحدهما لونه أزرق والآخر لونه أحمر، ولهما شدة الإضاءة الحقيقية نفسها، فيكون حجم النجم الأحمر أكبر من حجم النجم الأزرق.

لأن شدة الإضاءة تستند إلى عاملين هما المساحة السطحية ودرجة حرارة النجم وحتى تكون لها شدة الإضاءة نفسها ينبغي أن تكون درجة حرارة النجم الأحمر أكثر انخفاضاً من النجم الأزرق حتى تكون لهما شدة الإضاءة نفسها.

- **علل:** لا تؤدي قوة الجاذبية إلى الانكماش الجذبي للسدم الكونية كافة.

لأن قوة الانكماش الجذبي تتطلب وجود عاملين هامين.

1- وجود منطقة ذات كثافة عالية تتميز عن غيرها.

2- وكذلك وجود درجة حرارة منخفضة تساعد على تقارب مكونات السديم بحيث تقترب من الحد الذي يكون نجماً.

- **علل:** يستقر النجم في مرحلة التتابع الرئيسي.

لأن الطاقة الحرارية الناتجة من التفاعل الاندماجي النووي التي تعمل على تمدد النجم توازن القوة التي تؤدي إلى انكماش النجم نتيجة قوة الانكماش الجذبي.

- اذكر دليلاً واحداً محسوساً على تطور النجوم.

اختلاف شدة إضاءة النجوم في السماء من قدر لآخر خلال فترة زمنية معينة.

دار **اليـــازوري** العلميـــة

- في أي موقع من مخطط H-R تتوقع وجود النجوم الحمراء، والنجوم الزرقاء؟

الحمراء أعلى يمين مخطط H-R. الزرقاء أسفل قليلاً إلى اليسار من H-R.

- في مخطط H-R يمثل شريط التتابع الرئيسي العلاقة بين القدر المطلق ودرجة الحرارة السطحية للنجم. ما هذه العلاقة؟ هل تنطبق على النجوم العملاقة الحمراء ونجوم الأقزام البيض؟ إذا كان الجواب لا، ما السبب؟

العلاقة طردية. ولا تنطبق على النجوم الحمراء، ولا تنطبق على نجوم الأقزام البيض، لأن النجم الأحمر العملاق درجة حرارته منخفضة إلا أن عامل المساحة الكبيرة للنجم تعطيه شدة إضاءة عالية حسب قانون ستيفان بولتزمان، وكذلك في النجوم البيض درجة حرارتها مرتفعة جداً ومساحتها صغيرة وهذا العامل يقلل من شدة إضاءة النجم (ستيفان بولتزمان).

- لماذا لا يمكن مشاهدة الثقب الأسود؟ اقترح سببين لذلك.

1- حجمه صغير جداً يصعب تمييزه.

2- يمتص الضوء (الفوتونات) الذي يقترب منه (سطحه معتم).

- وضح طريقتين لقياس درجة حرارة النجوم.

1- معرفة الطول الموجي عند أقصى انبعاث طيفي لضوء النجم.

2- مقارنة شدة إضاءة النجم بشدة معيارية معلومة درجة الحرارة.

- ما المعلومات المتضمنة في أطياف النجوم؟

1- مكونات المركبات والعناصر في النجوم (مكونات النجوم) لأن كل عنصر له طيف خاص به.

2- درجة حرارة النجم (شدة إضاءته).

ما اللون الذي تظهر فيه أسخن النجوم (أكثرها درجة حرارة)؟

أكثر النجوم زرقة.

الفصل السادس

المجرات

- عرف المجرة:

هي مجموعات نجمية مرتبطة جذبياً مع بعضها البعض ذوات أعداد هائلة من النجوم والسحب الغازية التي تخللها.

- ما الفرق بين المجرة والكوكبات؟

الكوكبات غير مرتبطة مع بعضها البعض جذبياً (ليس بالضرورة مرتبطة).

المجرات مجموعات نجمية مرتبطة مع بعضها البعض جذبياً.

- هل للمجرة حركة؟ وكيف يتم ذلك؟

المجرات تتحرك حرك مشتركة نتيجة ارتباطها جذبياً كما أن هناك حركة لكل مها نسبة إلى بعضها البعض.

تصنيف المجرات

من صنف المجرات؟ وفي أي منطقة رصد تلك المجرات؟ وما شكل المخطط الذي رسمه للمجرات؟

ما أنواع المجرات؟ (اذكر دون شرح)

1- المجرات الإهليلجية.

2- المجرات اللولبية.

3- المجرات غير المنتظمة.

- قارن بين المجرات.

وجه المقارنة	الإهليلجية	اللولبية	غير المنتظمة
شكلها	قطع ناقص	نواة مركزية (كروية الشكل أو اسطوانية) تحيط بها أذرع حلزونية	أشكالها غير منتظمة
شيوعها في الكون	الأكثر شيوعاً	أقل شيوعاً	أقل بكثير
مثال	-	درب التبانة، المرأة المسلسلة	سحب ماجلان
درجة الحرارة	منخفضة	متوسطة	عالية جداً
شدة الإضاءة	الأقل سطوعاً	متوسطة السطوع	الأكثر سطوعاً
زمن وجودها	الأقدم بين المجرات	متوسطة القدم	الأحدث
وجود أغبرة كونية	يكاد لا يوجد	متوسطة	نسبة وجود الأغبرة كبيرة جداً

دار **اليازوري** العلمية

- قارن بين المجرات الإهليلجية من نوع (صغير E)، (كبير E) من حيث التفلطح القدم ووجود أغبرة كونية.

وجه المقارنة	صغيرة E	كبيرة E
التفلطح	أقل تفلطحاً	أكبر تفلطحاً
عمرها	أقدم من الأخرى	الأحدث
وجود أغبرة كونية	أقل	أكثر

المجرات الإهليلجية:- ملاحظات

1- معظم المجرات الإهليلجية قزمة.

2- كتلتها لا تزيد عن بضعة ملايين ضعف كتلة الشمس.

3- عرضها يبلغ بضعة آلاف فرسخ فلكي.

4- تكاد لا تحتوي على أغبرة كونية.

5- عمرها كبير لدرجة أنها تمثل أقدم المجرات.

6- شدة إضاءتها منخفضة.

7- يزداد التفلطح من E0 ← E7

8- أكثر أنواع المجرات شيوعاً.

المجرات اللولبية:

1- نواة مركزية (كروية S أو اسطوانية SB) لها أذرع حلزونية.

2- تحتوي على أغبرة كونية بشكل متوسط.

3- عرضها أكبرمن الإهليلجية.

4- عمرها أحدث من المجرات الإهليلجية.

5- شدة إضاءتها عالية (أسطع من الإهليلجية).

6- يتدرج انفتاحها من (الأذرع أقل انفتاحاً إلى الأذرع الأكثر انفتاحاً).

7- الأقل شيوعاً من المجرات الإهليلجية:

ملاحظة: 1- الأكثر انفتاحاً = الأقل انغلاقاً.

ملاحظة: الأكثر انغلاقاً = الأقل انفتاحاً.

ملاحظة: 3- المجرات غير المنتظمة، كان العرب في نصف الكرة الجنوبي يهتدون إلى الجنوب لعدم وجود نجم قطبي جنوبي باستخدام سحب ماجلان.

ملاحظة: 4- أن الرمز (Sba) يدل على أن المجرة من النوع اسطوانية ذات انفتاح صغير.

ملاحظة: 5- عندما تتحول المجرات ذات النواة الكروية إلى مجرة إهليلجية فإن رمز المجرة يكون SO.

ملاحظة: 6- أن أكثر المجرات احتمالية لتحولها إلى مجرة إهليلجية في المجرة ذات الرمز Sba.

ملاحظة: 7- أكثر المجرات احتمالية لتحولها إلى مجرة إهليلجية هي (Sba, Sa).

التحول من لولبي كروي المركز إلى إهليلجي	O
التحول من لولبي اسطواني المركز إلى إهليلجي	BO

الانزياح نحو الأحمر (توسع الكون):

عرف تأثير دوبلر: هي ظاهرة عند تحريك مصدر يعطي تردداً ثابتاً بالنسبة لمراقب له:

1- إن كان المصدر ثابتاً بالنسبة للمراقب: فالتردد ثابت والطول الموجي ثابت.

2- عند اقتراب المصدر من المراقب: فالتردد يزداد ويقل الطول الموجي بالنسبة للمراقب.

3- عند ابتعاد المصدر عن المراقب: فالتردد يقل ويزداد الطول الموجي.

توسع الكون: تم دراسة أطياف أيونات الكالسيوم Ca الصادرة عن المجرات لخطي H و K فلوحظ أنهما ينزاحان نحو الطول الموجي الأطول (الأحمر) وهذا يعني أن المجرات تبتعد عن بعضها البعض أي أن الكون ينزاح.

اذكر دليلين يثبتان توسع الكون(تغير حركته)؟

1- الانزياح نحو الأحمر.

2- اختلاف شدة إضاءة بعض النجوم في المجرات.

3- اختلاف أشكال الكوكبات.

- **علل:** تنزاح النجوم نحو الأحمر.

الكون تمدد فيزداد الطول الموجي والأحمر له أطول طول موجي.

سرعة الموجات: وضع العالم هبل علاقة تربط بين بعد المجرة عنا وسرعة ابتعادها عن طريق العلاقة:

ع = هـ ف

هـ: ثابت هبل، ف: بعد المجرة عنا بالمليون فرسخ، ع: سرعة المجرة.

مثال:

مجرة تبتعد عن الأرض مسافة 30 مليون فرسخ فلكي ووجد أن ثابت هبل = 50 كم/ث مليون فرسخ فلكي، احسب سرعة ابتعاد المجرة عن الأرض.

الحل:

ع = هـ ف = 50 × 30 = 1500كم/ث

عمر الكون ع = هـ ف ← هـ = ع/ف ← 1/هـ = ف/ع

زمن الكون = $\frac{ف}{ع} = \frac{1}{هـ}$

مثال 1:

إذا كان ثابت هبل يساوي 9×10^{-12} ث$^{-1}$ فما هو عمر الكون

عمر الكون = $\frac{1}{هـ} = \frac{1}{9} \times 10^{12}$ ث

ملاحظة: وحدة بناء الكون الأساسية هي المجرات.

نماذج تفسير نشأة الكون:

- **عرف الكون:** هو جميع الفضاء الذي حولنا بما يحتويه من مادة وطاقة.

وضح كيف نشأ الكون حسب نموذج الانفجار الأعظم؟

في الماضي كانت المجرات موجودة في حجم صغير جداً، أطلق عليها الذرة البدائية وكانت غير مستقرة فانفجرت انفجاراً عظيماً ساخناً ومع التوسع الذي حدث للكون انخفضت درجة حرارة المادة، وحدثت تغيرات على المادة والطاقة فيها حيث تكون جسيمات الذرة، الأمر الذي أدى إلى تكون عناصر الكون الرئيسية (الأساسية) ومن ثم بردت المادة الكونية لتشكل النجوم ومن ثم المجرات أي أن بداية الانفجار الأعظم هو الذي حدد (الزمكان).

وضح كيف تشكلت الذرة حسب نموذج الانفجار الأعظم؟

نتيجة انخفاض درجة حرارة الكون مع التوسع تكونت جسيمات الذرة البروتونات والنيوترونات والالكترونات التي تمثل مكونات الذرة.

وضح كيف تشكلت العناصر في الكون حسب نموذج الانفجار الأعظم؟

بعد تشكل الذرات وانخفاض درجة الحرارة مع زيادة توسع الكون قلت الطاقة الحركية لجسيمات الذرة فتمكنت من الارتباط لتكوين نوى الذرات البسيطة في بداية الأمر مثل الهيليوم والليثيوم والتريتيوم.

ملاحظة: أن نموذج الانفجار الأعظم يوضح أن للكون بداية (أي أن الزمان والمكان لهما بداية).

- عرف نموذج الكون المستقر: هو النموذج الذي يفترض أن الكون لا نهائي في الزمان والمكان وأن كثافة ثابتة نتيجة خلق مستمر لمادة من لا شيء..

- وضح نموذج الكون المستقر: يزعم هذا النموذج أن (الكون لا نهائي في الزمان والمكان) أي أن كثافته ثابتة منذ الأزل حتى الآن، وأن هناك مادة تخلق في الكون لتعوض الفراغ الذي سينشأ وتبقى كثافة الكون ثابتة.

- **علل:** افترض بعض العلماء نموذج سمي بالكون المستقر.

لأنه حسب زعمهم أن الكون ثابت الكثافة منذ الأزل وحتى الآن، لذلك فهو مستقر الكثافة حسب زعمهم.

- **علل:** أطلق على نموذج الكون المستقر اسم فرضية الخلق المستمر للمادة.

لأنهم زعموا أن الكون ثابت الكثافة منذ الأزل، وحسب فرضية تمدد الكون فإن فراغاً سينشأ من الداخل وعليه افترضوا خلق مادة جديدة في الكون من لا شيء حتى تبقى على كثافة الكون ثابتة.

- ما الشواهد الفلكية التي تثبت صحة نموذج الانفجار الأعظم وتدحض الكون المستقر (فرضية الخلق المستمر)؟

1- يستلزم نموذج الكون المستقر خلقاً مستمراً للمادة ($H2$) من لا شيء لمواكبة تناقص كثافة المادة الكونية (وهذا غير صحيح، لم يقم دليل علمي على وجود هذه المادة الجديدة).

2- اكتشاف الخلفية الإشعاعية الكونية: وهو إشعاع كهرومغناطيسي موجود بكميات متساوية في أجزاء الكون (يدل على أن مصدر الإشعاع ليس مجرة أو جسيماً فلكياً بعينه) درجة حرارة هذا الإشعاع في الكون جميعه قريبة من 2.7 يدل هذا على حدث هائل، وهو الانفجار الأعظم وهو ينقض نموذج الكون المستقر الذي لا يعترف بوجود حدث طارئ.

ملاحظة: وجود الخلفية الإشعاعية يدل على عدم تجانس الكون (الماضي يختلف عن الحاضر) وهذا يدل على أن الكون حادث.

3- اكتشاف الكوازرات: هي أجسام فلكية تصدر كميات هائلة من الطاقة تعادل كمية الطاقة التي تصدرها مجرة برمتها، يزداد وجود الكوازرات بأعداد أكبر كلما ابتعدنا عن مجرتنا، فإنها في الماضي السحيق كانت أقرب لمجرتنا، وهذا يدل على أن الكون غير متجانس في الزمان.

ملاحظة: عمر الكون = 1/ثابت هبل.

ملحق: **1- ما صنف المجرات الذي يحتوي على النجوم الحديثة التكوين؟ غير منتظمة.**

2- مجرة تبعد عنا بسرعة 6000 كم/ث احسب بعدها عنا إذا علمت أن ثابت هبل 75 كم/ثانية/مليون فرسخ فلكي.

3- أي العمليتين الآتيتين تحصل باحتمال أكبر: تصادم المجرات أم تصادم النجوم؟ لماذا؟ تصادم المجرات (لأن النجوم مرتبطة مع بعضها جذبياً في المجرة).

4- **علل:** دراسة المجرات الأبعد تعني دراسة حالة المجرات في زمن أقدم.

إن دراسة المجرات الأبعد تعني دراسة الموجات التي انبعثت من المجرة منذ القدم لأن الضوء سيستغرق زمناً أطول في قطع المسافة من الأرض. فما نراه الآن منها ما هو حدث في الماضي، فكلما كانت المجرة أبعد كانت الصورة الملتقطة لها أقدم.

5- **علل:** ابتعاد المجرات عن بعضها يدل على حصول الانفجار الأعظم للكون.

إن ابتعاد المجرات عن بعضها البعض يدل على عدم تجانس الزمان والمكان للكون منذ الأزل، وهذا ما نادى به نموذج الانفجار الأعظم.

6- ما سرعة تباعد مجرتين إذا كانت المسافة بينهما 33 مليون سنة ضوئية في الحالتين:

أ- هـ = 50 كم/ثانية/مليون فرسخ فلكي: ع = 50 × 10 = 500 كم/ث.

ب- 100كم/ثانية/مليون فرسخ فلكي: ع = 100 × 10 = 1000كم/ث

ملاحظة: 1- الفرسخ = 3.26 سنة ضوئية.

ملاحظة: 2- ف = ع/هـ

ملاحظة: 3- الزمن = ف/ع

ملاحظات:

1- أقدم وسيلة للرصد الفلكي التي مازالت محافظة على أهميتها هي: العين المجردة.

2- حركة الهواء في الغلاف الجوي الأرضي تؤثر في رؤيتنا: لشدة إضاءة النجم وانتظام إضاءة النجم.

3- النجم القطبي لا يغيب أبداً في نصف الكرة الأرضية: الشمالي.

4- تختلف الأقدار الظاهرية للأجرام السماوية بسبب اختلاف في: شدة إضاءتها الحقيقية وأبعادها عنا.

5- تظهر النجوم في اللون: الأحمر والأزرق والأصفر.

6- العلاقة التي تربط بين القدر المطلق ق والقدر الظاهري ق، تقاس المسافة فيها ب: الفراسخ الفلكية.

7- تمثل الأقزام البيض في مراحل التطور النجمي مرحلة: نهائية.

8- الذي يحدد شكل موت النجم هو: كتلة النجم.

9- تنتمي مجرتنا إلى صنف المجرات يسمى المجرات اللولبية.

10- سحب ماجلان موجودة في النصف الجنوبي للكرة الأرضية.

11- وحدات البناء الأساسية للكون هي: المجرات.

12- إحداثي الصعود المستقيم لجرم سماوي يساوي ساعتين وعشرين دقيقة، هذا الإحداثي يكافئ زاوية بالدرجات قدرها 35.

13- العنصر الأكثر وفرة في النجوم هو: الهيدروجين.

14- الأقدار الظاهرية للنجوم تحمل معلومات تتعلق ب: شدة إضاءاتها الحقيقية وأبعادها عنا.

15- شدة الإضاءة الظاهرية لنجم قدره الظاهري واحد تكون أكبر من شدة الإضاءة الظاهرية لنجم قدره الظاهري أربعة بمقداره 2.5 × 2.5 × 2.5 ضعف.

16- نجم كتلته كبيرة وساخن: يميل لونه نحو الأزرق.

17- الكوارز: يمكن أن يكون مجرة في طور التشكل.

18- منذ متى تتوقع أن يكون قد حصل انفجار الكون الأعظم: 75 بليون سنة.

19- الكوكبة المتضمنة النجوم التي تستخدم مؤشراً يدل على النجم القطبي هي كوكبة: الدب الأكبر.

20- نرى الكوكبات مختلفة في الفصول المختلفة نتيجة لـ: دوران الأرض حول الشمس.

21- النوابض هي نجوم: نيوترونية.

22- كلما مال لون النجم نحو الحمرة أكثر، كانت درجة حرارته: تميل نحو الانخفاض.

23- تتكون النجوم من: غازات ملتهبة + مواد صلبة + نيوترونات.

24- أقـرب نجـم إلـى المجموعـة الشمسـية يبعـد عنـا: بضـعة ملايـين الكيلومترات.

25- النجم ذو الكثافة الأعلى هو: الثقب الأسود.

الباب الثالث

الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي

الفصل السابع
الإشعاع في الغلاف الجوي

- عرف الطاقة: هي المقدرة على أداء شغل ويمكن أن تتحول من شكل إلى آخر.

- عرف طريقة الإشعاع: هي إحدى العمليات التي تنتقل بها الطاقة على شكل فوتونات تحمل طاقة محددة أو تحمل طاقة على شكل موجات لها أطوال موجية معينة.

- عرف الأشعة: هي المسارات التي تنتقل فيها الطاقة عن طريق الإشعاع.

1 1

λ — ت د، λ — درجة الحرارة.

α α

ما خصائص الأشعة الكهرومغناطيسية؟

1- تسير في خطوط مستقيمة.

2- لا تحتاج إلى وسط ناقل.

3- تسير بسرعة الضوء 3×10^{8} م/ث في الفراغ.

هل جميع الأجسام مشعة؟ وما الذي له دخل في إشعاعها؟

نعم، جميع الأجسام مشعة والإشعاع يتأثر بالطول الموجي (درجة حرارتها).

- حدود الطيف المرئي والمناطق الأخرى (الطول الموجي للطيف المرئي) انغستروم:

4000 إلى 4500: نهدي

4500 إلى 5000: كحلي

5000 إلى 5500: أزرق فاتح

5500 إلى 6000: تقريباً أزرق مخضر

6000 إلى 6500: أخضر

6500 إلى 7000: أصفر

7000 إلى 7500: برتقالي مائل للحمرة.

- **علل**: لا نرى الأجسام في الغرف المعتمة مع أنها تشع طاقة في درجات الحرارة العالية.

حسب قانون فين (λ تتناسب عكسياً مع درجة الحرارة) فإن الأجسام في درجات الحرارة العادية درجة حرارتها منخفضة أي أن طول الأمواج التي تشعها طويلة لا تقع ضمن حدود رؤية الإنسان لها.

- عرف الطيف المرئي: هو الطيف الذي تستطيع عين الإنسان رؤيته ويتراوح ما بين 4000 إلى 7000 انغستروم.

- عرف الطيف غير المرئي: هو الطيف الذي لا تستطيع عين الإنسان رؤيته ويكون خارج نطاق الطول الموجي ما بين 4000 إلى 7000 انغستروم.

كم تتراوح درجات الحرارة على سطح الأرض والغلاف الجوي؟

تتراوح ما بين 60 س إلى 100 س.

ملاحظة: يقع 99% من الأشعة التي تشعها الشمس ضمن الموجات (موجات قصيرة من 0.15 إلى 4 ميكرون).

- عرف الإشعاع الشمسي: هو الإشعاع الناتج عن الشمس والذي يضم طيفاً مرئياً وأشعة فوق بنفسجية وأشعة تحت حمراء.

ما أقسام الطيف الشمسي؟

1- الأشعة فوق البنفسجية: التي يقل طولها الموجي عن 0.4 ميكرون، تشكل 9% من الأشعة الشمسية.

2- الطيف المرئي أو اللون الأبيض: تتراوح أطواله الموجية ما بين 0.5 إلى 0.74 ميكرون. يشكل 45% من الأشعة الشمسية.

3- الأشعة القريبة من تحت الحمراء: يزيد طولها الموجي على 0.74 تشكل ما تبقى من النسب.

ملاحظة: (وحدة الطاقة = جول)ز (وحدة القدرة = جول/ث = واط).

- عرف الإشعاع الأرضي: هو إشعاع ينبعث من الأرض يحمل طاقة صغيرة وطول موجي كبير.

- **علل**: لا يمكننا رؤية الإشعاع الأرضي.

لأن درجة حرارة الأرض منخفضة فتشع أطياقاً ذات طول موجي عال لا نستطيع رؤيته بالعين المجردة.

عرف القدرة: هي المعدل الزمني لتغير الطاقة أو انتقالها.

- عرف التدفق: كمية الطاقة التي تنتقل عبر وحدة الزمن ووحدة المساحة.

علاقة التدفق ← $\phi = \dfrac{\text{القدرة}}{\text{المساحة}}$ (واط/م^2)

مساحات:

1- الكرة: 4 π نق^2

2- دائرة: π نق^2

3- مستطيل: الطول × العرض

4- مربع: (طول الضلع)^2

5- اسطوانة: (2 π نق) ل [ل: الارتفاع]

6- مثلث: $\frac{1}{2}$× القاعدة × الارتفاع

7- أي شكل منتظم: محيط القاعدة × الارتفاع

- مثال:

احسب تدفق الطاقة الإشعاعية للقمر، نصف قطره 22 × 10^3 م، وقدرته الإشعاعية 2×10^{16} واط.

الحل:

مساحة سطح القمر = 4 π نق^2 = $4 \times \frac{22}{7} \times (22 \times 10^{3})^2$

$= 4 \times \frac{22}{7} \times (22)^2 \times (10)^6$

$= 6.1 \times 10^{9}$ م^2

$\phi = \frac{\text{القدرة}}{\text{المساحة}} = \frac{2 \times 10^{16}}{6.1 \times 10^{9}} = 0.32 \times 10^{7}$ واط/م^2

- عرف معامل الإشعاع: هو نسبة ما يشعه الجسم من طاقة إلى الطاقة الكلية الساقطة عليه.

- ما هي حدود معامل الإشعاع (الإشعاعية) (ε) ؟

الحل:

أعلى قيمة $\varepsilon = 1$ ، $\varepsilon = \%100$

ملاحظات:

1- يقال أن الجسم ذو إشعاعية عالية جداً: وهذا الجسم الأسود.

2- أقل قيمة (ε = صفر) يقال أن الجسم ليس له إشعاعية.

3- الجسم الأسود: هو جسم يشع بكفاءة عالية 100%

4- الجسم الرمادي: هو جسم غير مثالي يشع بكفاءة أقل من 100%

5- الإشعاعية لجسم أسود تساوي (1) = 100%

- ما الفرق بين الجسم الأسود واللون الأسود؟

الجواب:

الجسم الأسود هو جسم يمتص بكفاءة تصل إلى 100% ويشع أيضاً بنفس الكفاءة. أما اللون الأسود فيمكن أن يمتص بكفاءة عالية لكنه لا يشع بنفس الكفاءة، مثال ذلك: الإسفلت الذي له اللون الأسود فهو يمتص الطاقة بكفاءة عالية لكنه لا يشعها.

ملاحظة: بخار الماء هو جسم أسود للأشعة تحت الحمراء.

- **علل**: الإسفلت لا يعد جسماً أسود.

الجواب:

ذلك لأنه يمتص بكفاءة عالية لكنه لا يشع الأشعة الساقطة عليه بنفس الكفاءة (لا يشع هذه الطاقة).

- عرف (معامل الامتصاص) الامتصاصية: هو نسبة الطاقة التي يمتصها الجسم إلى الطاقة الكلية الساقطة عليه.

(*) علاقة تدفق الطاقة بدرجة الحرارة (قانون ستيفان – بولتزمان):

تتناسب الطاقة التي يشعها جسم طردياً مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة مقاسة بالكلفن (قانون ستيفان-بولتزمان).

$\phi = \varepsilon \nabla$ أ د^{4}

وتصبح العلاقة لـ $\phi = \varepsilon \nabla$ د^{4}

ε = إشعاعية / امتصاصية الجسم

أ = مساحة السطح الذي يشع الطاقة

∇ = ثابت ستيفان بولتزمان

د^4 = درجة حرارة الجسم بالكلفن مرفوعة للقوة الرابعة.

مثال:

جسم أسود مساحة سطحه 2م2 درجة حرارته 27 س احسب معدل الطاقة الإشعاعية (تدفق الطاقة) المنبعثة من الجسم.

الحل:

جسم أسود (يعني $\varepsilon = 1$)

$\phi = \varepsilon\ \nabla$ أ د

$= 1 \times 5.7 \times 10^{-8} \times 2 \times (273 + 27)^4$

$= 11.4 \times 10^{-8} \times (300)^4 = 923.4$ واط

- مثال:

إذا كان تدفق الطاقة الإشعاعية لجسم هي 10.14×10^{2} واط /م^2 فإذا كانت درجة حرارة الجسم 127 س، احسب إشعاعية هذا الجسم (معامل الإشعاع لهذا الجسم).

الحل:

$\phi = \varepsilon\ \nabla$ أ د

$10.14 \times 10^{2} = \varepsilon \times 5.7 \times 10^{-8} \times 1\ (273 + 127)^4$

$$\frac{10.14 \times 10^{2}}{5.7 \times 10^{-8}} = \varepsilon \times (400)^4 \leftarrow 2 \times 10^{10} = \varepsilon \times (256 \times 10^{8})$$

$$\varepsilon = \frac{2 \times 10^{10}}{256 \times 10^{8}} = 0.78$$

- من المثال السابق احسب شدة الإضاءة إذا كانت مساحته 10م^2

الحل:

شدة الإضاءة = $\phi \times$ أ = $10.14 \times 10^{2} \times 10 = 10140$ واط

- مثال:

جسم درجة حرارته 227 س، معامل الإشعاع له يساوي 0.7 احسب:

1- تدفق الطاقة المنبعثة من الجسم.

2- شدة إضاءة الجسم إذا علمت أن مساحة سطحه 30 م^2.

الحل:

1 – د = 227 + 273 = 500 كلفن

$\varepsilon = 0.7$

$\phi = \varepsilon \nabla$ د^4

$= 0.7 \times 5.7 \times 10^{-8} \times (500)^{4}$

$= 2493.75$ واط/م^2

2- شدة الإضاءة = $\phi \times$ أ

$= 2.8 \times 10^{3} \times 30 = 75 \times 10^{3}$ واط

= 75 كيلو واط

- مثال:

جسم درجة حرارته 27 س. احسب تدفق الطاقة التي يشعها هذا الجسم إذا:

1- اعتبرناه جسماً أسود

2- كانت إشعاعيته 95%

3- ما مقار الزيادة في تدفق الطاقة الجسم إذا تضاعفت درجة حرارته.

4- إذا نقصت درجة حرارة الجسم إلى نصف ما كانت عليه، كم يصبح مقدار النقصان في تدفق الطاقة للجسم؟

الحل:

1- $\phi = \varepsilon \nabla$ د^4 $= 1 \times 5.7 \times 10^{-8} \times (300)^4 \times 461.7$ واط/م^2

2- $\phi = \varepsilon \nabla$ د^4 $= 0.95 \times 5.7 \times 10^{-8} \times (300)^4 = 438.6$ واط/م^2

3- ط$_1$ α (2د)^4 ← ط$_2$ α 16 د^4 (16 مرة)

4- ط α ($\frac{1}{2}$د^4) ← ط α $\frac{1}{16}$ د^4 ($\frac{1}{16}$ مرة)

علاقة الطول الموجي بدرجة الحرارة

- درسنا سابقاً علاقة فين وهي: $\lambda_{\text{عظمى}} = \dfrac{\text{ثابت فين}}{\text{د}_1 \text{ المطلقة (كلفن)}}$

- **علل**: تسمى الأشعة الشمسية بالأشعة القصيرة، والأشعة الأرضية بالأشعة الطويلة.

لأن علاقة الطول الموجي التي يطلقها الجسم علاقة عكسية مع درجة الحرارة، وحيث أن درجة حرارة الجسم عالية جداً فإن الطول الموجي الذي تشعه الشمس سيكون قصيراً، ودرجة حرارة الأرض منخفضة لذا ستشع أطيافاً ذات طول موجي طويل.

ما فائدة قانون فين؟ (فائدة الأطياف التي تشعها الأجسام).

1- معرفة تركيب الأجسام ومكوناتها.

2- معرفة درجة حرارة الأجسام.

القوانين الهندسية للإشعاع:

ما العوامل التي لها دخل في الطاقة الإشعاعية التي تسقط على سطح ما؟

1- مقدار الطاقة التي يشعها المصدر (طردي).

2- بعد المصدر عن السطح.

3- زاوية سقوط الأشعة (تناسب مع جتا θ) فكلما زادت زاوية سقوط الأشعة بالنسبة للعمودي على السطح قل مقدار الطاقة الإشعاعية الساقطة على الجسم.

ملاحظة: 1- إذا كانت الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض عمودية على دائرة استواء السماء للأرض فإن خط العرض الذي يستقبل أكبر طاقة إشعاعية هو "أقل زاوية.

ملاحظة: 2- أكبر طاقة إشعاعية تقابل أقل زاوية.

ملاحظة: 3- أقل طاقة إشعاعية تقابل أكبر زاوية.

ملاحظة: 4- عندما تكون خطوط الأشعة الشمسية موازية لسطح الأرض فإن كمية الأشعة تكون: أقل ما يمكن.

ملاحظة: 5- عندما تكون زاوية سقوط الأشعة الشمسية صفراً فإن الأشعة تصل إلى الأرض بمقدار: أعلى ما يمكن.

ملاحظة: 6- عندما تكون الشمس عمودية على سطح الأرض فإن الطاقة التي تصل للأرض: أكبر ما يمكن.

- عرف قانون الجتا في الإشعاع: هي علاقة تربط بين تدفق الأشعة الساقطة وميل السطح عن هذه الأشعة [العامل الذي لها دخل في تدفق الأشعة الساقطة على سطح ما هو جيب التمام لزاوية سقوط الأشعة].

الصورة الرياضية: $\phi \; \alpha \; \phi$ جتا θ

ϕ = ثابت × ϕ^* جتا θ

ϕ^*: تدفق الأشعة الساقطة من المصدر

ϕ: تدفق الأشعة التي تسقط على الجسم فعلياً.

- مثال:

مصدر إضاءة يسقط على سطح طاولة بزاوية تميل عن السطح 37 درجة ثم تتغير موضع المصدر بحيث أصبح 53 درجة عن سطح الطاولة، احسب:

1- تدفق الطاقة الساقطة على سطح الطاولة إذا علمت أن قيمة الثابت هو 1 في الحالتين.

2- النسبة بين تدفق الطاقة عندما كان المصدر على زاوية 37 إلى 53.

3- الزيادة أو النقصان في تدفق الطاقة الساقطة على الطاولة. علماً بأن تدفق الأشعة الساقطة من المصدر تساوي 300 واط/م^2

ملاحظة: (*) إذا ورد أن الزاوية هي زاوية سقوط فهذا يعني أن θ هي المستعملة في القانون، وإذا ورد أن زاوية تميل عن السطح فهذا يعني أن θ = 90 – الزاوية المعطاة.

الحل:

ϕ^* = 300 واط/م^2

$\theta_1 = 90 - 37 = 53$ ، $\theta_2 = 90 - 53 = 37$

1- $\phi_1 = \phi^*$ جتا $53 = 300 \times 0.6 = 180$ واط/م^2

$\phi_2 = \phi^*$ جتا $37 = 300 \times 0.8 = 240$ واط/^{2}

2- $\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{180}{240} = 75\%$

3- $\phi_2 - \phi_1 = 240 - 180 = 60$ واط

- مثال:

مصدر حراري درجة حرارته 127 س يشع طاقة إشعاعية نحو سطح فتسقط الأشعة على السطح بزاوية سقوط 60 درجة معتبراً أن الجسم أسود، احسب تدفق الطاقة الإشعاعية الساقطة على السطح.

الحل:

$$\phi^* = \varepsilon \, \nabla \, \text{د}^4 = 1 \times 5.7 \times 10^{-8} \times (273 + 127)^4$$

$$= 5.7 \times 10^{-8} \times (400)^4 = 5.7 \times 10^{-8} \times (4)^4 \times (100)^4$$

$$= 5.7 \times 10^{-8} \times 256 \times 10^{8}$$

$$= 1459.2 \text{ واط/م}^2$$

$$\phi = \phi = 1459.2 \times \text{جتا } 60$$

$$= 1459.2 \times 0.5 = 729.6 \text{ واط/م}^2$$

- ما هي التطبيقات الهامة لقانون الجتا في الحياة العملية؟

الجواب:

التغير اليومي والفصلي لتدفق الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض وتأثره بخطوط العرض.

- **علل**: اختلاف المناطق المناخية في العالم.

الجواب:

لأن التوزيع غير المنتظم للطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الكرة الأرضية يرجع إلى اختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض مما يسبب اختلاف المناخ في العالم.

- عرف زاوية سقوط الأشعة الشمسية: هي الزاوية المحصورة بين العمود المقام على السطح الأفقي والأشعة الساقطة.

(*) قانون التربيع العكسي:

"يتناسب تدفق الأشعة الساقطة على السطح تناسباً عكسياً مع مربع بعده عن مصدر الإشعاع"

ϕ = ثابت $\frac{\phi^*}{م^2}$ (م بعد المصدر عن الجسم)

- مثال:

مصدر مشع يشع بتدفق 200 واط باتجاه سطح بحيث تسقط الأشعة عمودية على السطح، وموضوع على بعد $\frac{1}{2}$ متر منه، حرك السطح مسافة $\frac{1}{2}$ متر أخرى عن المصدر بحيث بقيت زاوية السقوط نفسها، احسب:

1- تدفق الطاقة الساقطة على السطح في الحالتين إذا علمت أن ثابت التربيع العكسي هو (2)

2- النسبة بين تدفق الإشعاع عندما أبعد إلى الوضع الأصلي الذي كان عليه.

الحل:

1- ϕ على بعد $\frac{1}{2}$ م = ث $\frac{\phi^*}{م^2}$

$= 2 \times \frac{200}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 2 \times \frac{200}{\frac{1}{4}}$

$= 2 \times 200 \times 4 = 1600$ واط/م^2

ϕ على بعد متر واحد = ث $\frac{\phi^*}{م^2}$

$$2 \times 200 = \frac{400}{(1)^2} \text{ واط/م}^2$$

$$\text{-2}\quad \frac{\phi_1 \text{م}}{\phi_2 \text{م}} = \frac{400}{1600} = \frac{1}{4}$$

- مثال:

مصدر مشع يبعد عن سطح مسافة معينة. قرب الجسم إلى نصف المسافة التي كانت عليه، ما هو مقدار زيادة تدفق الإشعاع على السطح.

الحل:

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{\text{م}_2^2}{\text{م}_1^2} \leftarrow \frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{\left(\frac{1}{2}\text{م}\right)^2}{\text{م}_1^2} = \frac{\frac{1}{4}\text{م}_1^2}{\text{م}_1^2}$$

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{1}{4} \leftarrow \phi_2 = 4\phi$$

- مثال:

مصدر مشع يبعد مسافة معينة عن سطح ما، قل تدفق الطاقة الإشعاعية إلى $\frac{1}{9}$ ما كان عليه، كما المقدار الذي حرك فيه المصدر عن السطح؟

الحل:

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{\text{م}_2^2}{\text{م}_1^2} \leftarrow \frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{\phi_1}{\frac{1}{9}\phi_1} = \frac{\text{م}_2^2}{\text{م}_1^2}$$

$$\leftarrow \frac{\text{م}_2^2}{\text{م}_1^2} = 9 \leftarrow \text{م}_2^2 = 9\text{م}_1^2$$

$$\text{م}_2 = 3\text{م}_1$$

- مثال:

وضع مصدر إشعاعي في مركز كرتين متحدتي المركز تسمحان بنفاذ الأشعة عبرهما نصف قطر الأولى 4سم، ونصف قطر الثانية 12سم، فإذا كان تدفق الطاقة الإشعاعية للمصدر هو 100 واط/م^2 احسب النسبة بين تدفق الطاقة الساقطة على الكرة الكبيرة إلى الكرة الصغيرة.

الحل:

ϕ كبيــرة = م^2 صــغيرة = $(4 \times 10^{-2})^2$ ϕ كبيــرة (16×10^{-4})

1

ϕ صــغيرة م^2 كبيــرة $(12 \times 10^{-2})^2$ ϕ صــغيرة (144×10^{-4})

9

نفس المثال السابق ولكن، إذا كان ثابت التربيع العكسي هو 4 فما مقدار تدفق الإشعاع الساقط على كلا من الكرتين.

الحل:

ϕ صغيرة = ϕ = ثابت $\frac{\phi^*}{م^2} = \frac{(100\times 4)}{(4\times10^{-4})^2} = 25 \times 10^4$ واط/م^2

ϕ كبيرة = $\frac{(100\times 4)}{(144\times10^{-4})} = 2.8 \times 10^4$ وا/م^2

- مثال:

مصدر إشعاعي يشع طاقة بحيث كانت النقطة أ يصلها 100 واط/م^2، والنقطة ب تبعد عن أ نصف المسافة التي تبعدها النقطة أ عن المصدر، احسب تدفق الطاقة للنقطة

ب. ϕ = 100 واط/م^2

الحل:

مصدر |ـ ف ـ| ـ| $\frac{1}{2}$ ف ـ| ب $\leftarrow$ $\frac{\phi_أ}{\phi_ب} = \frac{ف_ب^3}{ف_أ^1}$ $\leftarrow$ $\frac{100}{ب} = \frac{(\frac{3}{2}ف_أ)^2}{ف_أ^2}$

$\leftarrow$ $\frac{100}{\phi_ب} = \frac{\frac{9}{4}ف_أ^2}{ف_أ^2}$ $\leftarrow$ $\frac{100}{\phi_ب} = \frac{9}{4}$

ϕ ب = 44 واط/م^2

ملاحظة: الثابت الشمسي للأرض 1360 واط/م^2

ما العوامل التي لها دخل في تدفق الطاقة الشمسية الساقطة على كوكب ما؟

1- بعد الكوكب عن الشمس.

2- زاوية سقوط الأشعة عن سطحه.

3- وقت سقوط الأشعة.

- عرف الثابت الشمسي للأرض: هي كمية الطاقة الساقطة في الثانية الواحدة على المتر المربع الواحد المتعامد مع أشعة الشمس فوق الغلاف الجوي للأرض.

- عرف الثابت الشمسي لكوكب ما: هي كمية الطاقة الشمسية الساقطة في الثانية الواحدة على المتر المربع الواحد المتعامد مع أشعة الشمس فوق الغلاف الجوي لذلك الكوكب.

- مثال:

احسب الثابت الشمسي لكوكب المريخ الذي يبعد غلافه الجوي عن الشمس مسافة 250 × 610 كم.

الحل:

$$\text{الثابت الشمسي للمريخ} = \frac{\text{قدرة إشعاع الشمس في الثانية}}{\text{مساحة الكرة الداخلية}} = \frac{3.9 \times 10^{26}\ \text{واط}}{4\ \pi\ (250 \times 10^{9})^{2}}$$

= 496.6 واط/م^2

استخدم الثابت الشمسي للأرض:

المدة	الثابت الشمسي للأرض (واط/م)
لثواني أو دقائق أو ساعة	1360
ليوم واحد فقط	680 = 2/1360
أكثر من يوم	340 = 4/1360

- عرف الاستطارة (استطارة الأشعة الشمسية): هي تغير خط سير الأشعة إذا اعترضها عائق أو انعكاس أو انكسار أو حيود الأشعة الشمسية.

- ماذا نعني باستطارة وسط ما هي 30%.

إن 30% من الأشعة الساقطة على ذلك الوسط تغير خط سيرها نتيجة اعتراضها لعوائق في الوسط (حيود، انعكاس، انكسار) وأن ما يصل للسطح المعرض للإشعاع هو 70% من الطاقة الكلية الساقطة.

- ماذا نعني بأن انعكاسية سطح هي 30 (الالبيدو = 30%)؟

إن كمية الطاقة المنعكسة عن السطح من الإشعاع هي 30% من الطاقة الكلية الساقطة عليه أي أن السطح يمتص 70% منها فقط.

- مثال:

إذا كانت استطارة الغلاف الجوي للأشعة هي 25% من الطاقة الكلية الساقطة على الأرض بزاوية سقوط مقدارها 53. احسب كمية الطاقة الشمسية الساقطة بالجول على سطح الأرض بحيث تمتصها أرض صحراوية مساحتها 4 دونم خلال:

1- خلال 4 دقائق.

علماً بأن الألبيدو للأراضي الصحراوية 25% وحيث الثابت يساوي 1.

الحل:

نحسب نسبة ما يتبقى من الإشعاع بعد الاستطارة

$\phi^* = 1630 \times \frac{(25-100)}{100} = 1020$ واط/م^2

* نحسب تأثير جتا θ

$\phi =$ ث ϕ^* جتا $\theta = 1 \times 1020 \times$ جتا 53

$= 612$ واط/م^2

نحسب ما يتبقى بعد الانعكاس

$612 \times \frac{75}{100} = 459$ واط/م^2

1- خلال 4 دقائق

الطاقة $= 459 \times 4 \times 60 \times 4000$

$= 440640000$ جول.

بعض التطبيقات على الأرصاد الجوية:

1- ألوان السماء:

أ- القاعدة 1-

إذا كان حجم الدقائق > الطول الموجي الساقط على سطح الأرض، سيتم استطارة كل الضوء دون تمييز للونه أو طول موجته.

مثال:

إذا سقط ضوء أبيض سيتم استطارة الضوء كاملاً فتظهر السماء بيضاء اللون.

ب) القاعدة 2-

إذا كان مقاس (حجم) الدقائق < الطول الموجي الساقط سيتم استطارة (تفضيلية) بحيث يكون مقدار الاستطارة للضوء المناسب تتناسب عكسياً مع الطول الموجي للضوء الساقط.

مثال:

كلما قل مقاس (حجم) الحبيبات زادت استطارة الموجات القصيرة.

ملاحظة: 1- الأزرق أقل طول موجي.

ملاحظة: 2- الأحمر أطول طول موجي.

- **علل**: في الأجواء الصافية تظهر السماء أكثر زرقة عن الأيام التي يثار فيها الغبار.

ذلك لأن الدقائق في الأيام الصافية يكون حجمها أصغر من الطول الموجي للأشعة الضوئية الساقطة (أقل من 2/1 ميكرون) وهذا يجعل استطارة اللون الأبيض استطارة تفضيلية من قبل الدقائق فيستطير اللون ذو الطول

الموجي الأقل وهو الأزرق فتظهر السماء زرقاء، أما في الجو المغبر فحجم الدقائق أكبر فتصبح الاستطارة لكل اللون الأبيض فتظهر السماء أقل زرقة (مائل للأبيض).

- **علل**: عندما يتصاعد دخان سيجارة يكون لونه أبيض وعند تشتته يصبح لونه مائلاً للزرقة [الجواب نفس التعليل السابق، مع العلم أن التدخين محرم شرعاً ومن يمارسه يعمل على قتل نفسه وهذا حرام].

- **علل**: في الأيام الغائمة يكون لون السماء أبيض.

ذلك لأن حجم قطيرات الماء يكون أكبر من الطول الموجي للضوء الساقط فيتم استطارة كل اللون الأبيض دون تمييز للألوان فيتشتت اللون الأبيض في السماء وتظهر السماء باللون الأبيض.

عرف الاستطارة التفضيلية: استطارة جزء (طيف) ذي لون محدد عندما يكون مقاس (حجم الدقائق) أقل من الطول الموجي لها.

- **علل**: تظهر السماء نهاراً بقبة مضيئة.

ذلك لوجود الشوائب والدقائق الصلبة والسائلة والعالقة به فتعمل الدقائق الكبيرة منها على استطارة أشعة الشمس أثناء النهار فتميل السماء للبياض فتظهر لنا مضيئة.

- **علل**: وقت الشروق أو الغروب للشمس يكون لون السماء أحمر.

يكون موقع الشمس فوق نقطة محددة قريباً من الأفق وبذلك تخترق أشعتها من الغلاف الجوي مسافة أكبر مما تخترقه وقت الظهيرة، وبالتالي فإن كمية الدقائق الصغيرة جداً التي تعترض طريق الأشعة تكون كثيرة نتيجة لذلك تشتت كمية كبيرة من اللون الأزرق إلى درجة يصبح فيها الطيف الأبيض خالياً

تماماً من هذا اللون عند وصوله، وإذا فقد الطيف الأبيض اللون ظهر اللون الأحمر وأصبح واضحاً لذلك تبدو السماء حمراء اللون حين شروق الشمس وغروبها.

2- الخصائص الإشعاعية للثلج.

نهاراً: الثلج الأبيض له قدرة عالية على إشعاع الأشعة الضوئية عكس الأشعة الساقطة.

ليلاً: الثلج الأبيض غير قادر على إشعاع الطيف المرئي (لذلك لا نراه ليلاً، ونراه نهاراً).

ملاحظة: الثلج جسم أسود للأشعة تحت الحمراء.

علل: الغطاء الثلجي يساهم في بقاء الجو بارداً.

1- لأن معامل انعكاس الثلج عال، فهو يعكس أشعة الشمس نهاراً تاركاً القليل منها ليمتصه السطح وبالتالي فاعلية الشمس في رفع درجة الحرارة محدودة.

2- لأن إشعاعية الثلج للأشعة تحت الحمراء عالية، فإن كمية الطاقة التي يفقدها السطح المغطي بالثلج أكبر من تلك التي يفقدها السطح لو كان خالياً من الثلوج فيكون أثر الثلج في تبريد السطح كبيراً.

صور الغيوم:

ملاحظة: إن مبدأ تفسير الصور الناتجة من السوائل يقوم على مبدأ اختلاف الخصائص الإشعاعية للسطوح.

- **علل**: الثلج شفاف (والغيوم شفافة) فلماذا نراها باللون الأبيض.

لأنـه غيـر قـادر علـى إشـعاع الطيـف المرئـي فـيعكس الأشـعة الضـوئية الساقطة عليه فيظهر باللون الأبيض.

- ما الفرق بين الصور الملتقطة بالساتل (المرئية، تحت الحمراء).

الصور المرئية: تظهر الأجسام ذات الانعكاسية العالية واضحة ومميزة لأن كمية الطاقة الضوئية المنعكسة عند سطحها إلى جهاز التصوير تكون كبيرة.

صور الأشعة تحت الحمراء: إن مبدأ التصوير بالأشعة تحت الحمراء يعمل على تمييز الأجسام حسب درجة حرارتها حيث أن صور الأجسام الباردة تختلف عن الأجسام الساخنة بحسب كمية إشعاعها للحرارة فتظهر الأجسام الباردة في الصور أكثر بياضاً من الأجسام الساخنة.

أمثلة:

1- الصور المرئية: الغيوم الركامية السميكة تعكس كمية أكبر من الأشعة الساقطة عليها باتجاه آلة التصوير فتبدو أكثر وضوحاً من الغيوم الطبقية الرقيقة.

2- الأشعة تحت الحمراء: الجسم الساخن يشع كمية من الطاقة الحرارية تختلف عن الجسم البارد وبالتالي تظهر صورته مختلفة عن الجسم البارد.

- **علل**: تظهر المسطحات الأرضية نهاراً أقل بياضاً من المسطحات المائية في الصور الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء.

لأنـه فـي الصـباح تمـتص الأرض حـرارة أكبـر مـن تلـك التـي تمتصـها المسطحات المائية، وحيث أن مبدأ التصوير بالأشعة تحت الحمراء يقوم على

مبدأ درجة الحرارة للأجسام فإن المسطحات المائية ستشع كمية أكبر من الأشعة تحت الحمراء فتظهر لنا أكثر بياضاً.

- **علل**: تظهر المسطحات الأرضية أكثر بياضاً من المسطحات المائية ليلاً في الصور الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء.

لأنه في الليل تمتص الأرض حرارة أقل من تلك التي تمتصها المسطحات المائية، وحيث أن مبدأ التصوير بالأشعة تحت الحمراء يقوم على مبدأ درجة الحرارة للأجسام فإن المسطحات المائية ستشع كمية أقل من الأشعة تحت الحمراء فتظهر لنا أكثر سواداً.

- **علل**: تظهر المناطق المرتفعة في الصور الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء أكثر بياضاً.

لأن المناطق المرتفعة تكون درجة حرارتها منخفضة، وحسب مبدأ الصور الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء التي تقوم على مبدأ درجة حرارة الأجسام فإن تلك المناطق تظهر باللون الأبيض، وبالتالي تشع كمية أكبر من الأشعة تحت الحمراء.

- **علل**: تظهر المنطقة الجرداء في الصور الملتقطة بالأشعة المرئية أكثر بياضاً.

لأن مبدأ التصوير المرئي يقوم على كمية الطاقة الضوئية المنعكسة من السطح فالالبيدو للمناطق الجرداء تكون أكثر من غيرها، فتظهر أكثر وضوحاً في الصورة.

قارن بين الصور الملتقطة بالأشعة المرئية للمسطحات الجرداء والمسطحات المائية والغابات.

إن مبدأ التصور بالأشعة المرئية يقوم على كمية الطاقة الضوئية المنعكسة عن السطوح، وحيث أن الالبيدو يكون على الترتيب للمسطحات (الجرداء > المائية > الغابات) فإن الصور الملتقطة تكون أكثر بياضاً في المناطق (الجرداء > المائية > الغابات).

ملحق:

احسب تدفق الطاقة لجسمين، إشعاعية كل منهما تساوي 0.9 ودرجة حرارتهما + 200 س و –200 س على الترتيب.

الحل:

$\phi = \varepsilon\ \nabla$ د^4 (لم ندخل المساحة في القانون لعدم وجودها)

$\phi = 0.9 \times 5.7 \times 10\text{-}8 \times (200 + 273)^4 - 2565$ واط/م^2

$\phi = 0.9 \times 5.7 \times 10\text{-}8 \times (200 + 273)^4 = 1.5$ واط/م^2

2- ما كمية الطاقة التي يشعها جسمك في اليوم مقدرة بالجول، إذا كانت المساحة السطحية لجسم الإنسان 1.8 م^2 ودرجة حرارة الجسم الداخلي (الجوف) 37 س، ودرجة حرارة الجلد 32 س، وإذا افترضنا أن إشعاعية الجسم 0.95 وإذا أهملنا تأثير ملابسك على الإشعاع، إذا كان الجسم معرضاً لتدفق إشعاعي مقداره 100 واط/م^2 هل يبرد هذا الجسم أو يسخن؟

الحل:

$\phi = \varepsilon\ \nabla$ أ د^4 (حالة خاصة هي الفرق بين درجة حرارة الجسم والوسط)

$= 0.95 \times 5.7 \times 10\text{-}8 \times (5 + 237)4$

$= 582.2$ واط

ط $= 582.2 \times 24 \times 60 \times 60 = 50302080$ جول.

ϕ = من الإنسان نحو الخارج $= \frac{582.2}{1.8} = 323.4$ واط/م^2

ϕ من الخارج نحو الإنسان $= 100$ واط/م^2

∴ الإنسان يبرد

3- من التحليل الطيفي، وجد أن الطول الموجي للطاقة العظمى للإشعاع الشمس = 0.475 ميكرون وللإشعاع الأرضي = 10 ميكرون، احسب كلاً من درجة حرارة الشمس والأرض باستخدام قانون إزاحة فين.

$$د = \frac{\text{ثابت فين}}{\lambda} = \frac{2.897 \times 10^{-3}}{0.475 \times 10^{-6}} = 6098 \text{ كلفن}$$

4- إذا كانت الالبيدو للثلج 90 وللثلج الملوث 60% أي النوعين من الثلج ينصهر أكثر إذا تعرض لأشعة الشمس؟

الحل:

سينصهر الثلج الملوث أولاً. لأنه يعكس 60% من الطاقة الساقطة عليه ويمتص 40% من تلك الطاقة بينما الثلج النقي فإنه يعكس 90% ويمتص 10%.

5- إذا عمل الغلاف الجوي على استطارة 30% من الطاقة الشمسية التي تصله وكان الثابت الشمسي يساوي 1360 واط/م2، احسب كمية الطاقة التي يتم

امتصاصها في ساعة واحدة فوق مساحة 10 دونمات من كل سطح من السطوح الآتية، مستخدماً الجدول التالي:

السطح	الانعكاسية
ثلج أبيض	90 %
صحاري	25 %
أرض جرداء (تربة)	15 %
غابات	7%
محيطات وبحار	10 %
غيوم سميكة	75 %
غيوم رقيقة	25 %

أ- غابات: إذا كانت زاوية السقوط 30.

ب- سطح بحيرة: إذا كانت زاوية السقوط 30.

ج- غطاء ثلجي: إذا كانت زاوية السقوط 60.

الحل:

الاستطارة 30%:

الثابت 1360 واط/م2

المساحة 10 دونمات = $10 \times 1000 = 10^{4}$ م^{2}.

الالبيدو للغابات = 7%

$\theta = 30$

أ- ما يتبقى من تدفق الإشعاع بعد الاستطارة

$1360 \times \frac{70}{100} = 952$ واط/م2

ما يتبقى بعد قانون جتا θ.

952 × جتا 30 = 818.7 واط/م2

ما يتبقى بعد الانعكاس

$818.7 \times \frac{70}{100} = 761.4$ واط/م2

ط = O × أ × ز

$= 761.4 \times 60 \times 60 \times 10^{4}$

$= 2741040 \times 10^{4}$ جول

ب- الالبيدو للبحيرات 10%

$\theta = 30$

* ما يتبقى من تدفق الإشعاع بعد الاستطارة

$1360 \times \frac{70}{100} = 952$ واط/م2

* ما يتبقى بعد قانون جتا θ.

952 × جتا = 818.7 واط/م2

* ما يتبقى بعد الانعكاس

$818.7 \times \frac{90}{100} = 736.8$ واط/م2

ط = ϕ × أ × ز

$= 736.8 \times 60 \times 60 \times 10^{4}$

$= 3652480 \times 10^{4}$ جول

ج- الالبيدو للثلج 90%

θ = 60

* ما يتبقى من تدفق الإشعاع بعد الاستطارة

$1630 \times \frac{70}{100} = 952$ واط/م2

* ما يتبقى بعد قانون جتا θ.

952 × جتا 60 = 476 واط/م2

* ما يتبقى بعد الانعكاس

$818.7 \times \frac{10}{100} = 47.6$ واط/م2

ط = ϕ × أ × ز

$= 47.6 \times 60 \times 60 \times 10^{4}$

$= 171360 \times 10^{4}$ جول

6- احسب متوسط الثابت الشمسي لكل من كوكبي عطارد والمشتري، اللذين يبعدان عن الشمس 778.58 مليون كيلو متر على الترتيب (قدرة الشمس الإشعاعية تساوي 3.9×10^{26} واط.

الحل:

$$\text{متوسط الثابت الشمسي لكوكب عطارد} = \frac{\text{القدرة الإشعاعية}}{\text{مساحة السطح (السطح هنا كرة)}}$$

$$= \frac{3.9 \times 10^{26}}{4 \times \frac{22}{7} \times (58 \times 10^{6} \times 10^{3})^{2}}$$

= 9226 واط/م2

$$\text{متوسط الثابت الشمسي} = \frac{3.9 \times 10^{26}}{4 \times \frac{22}{7} \times (778 \times 10^{6} \times 10^{3})^{2}} = 15.3$$ واط/م2

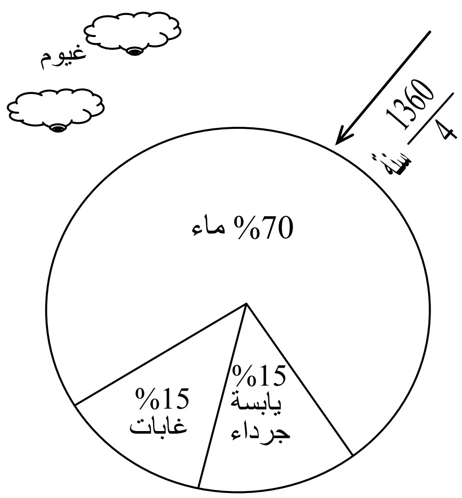
7- احسب كمية الطاقة الشمسية التي تمتصها الكرة الأرضية في سنة، مستخدماً الافتراضات التالية:

أ- يعمل الغلاف الجوي على استطارة 30% من أشعة الشمس التي تدخله.

ب- تغطي الغيوم التي تعكس ضوء الشمس انعكاساً كلياً 25% من السماء طوال العام.

ج- تعطي المساحات المائية 70% من سطح الأرض.

د- تقسم اليابسة بين الغابات والأرض الجرداء بالتساوي.



الحل:

مساحة الأرض = 1.1×10^{20}

* ما يتبقى بعد الاستطارة

$\frac{1360}{4} \times \frac{70}{100} = 238$ واط/م2

* ما يتبقى بعد انعكاس الغيوم

$238 \times \frac{75}{100} = 178.5$ واط/م2

* محيطات وبحار:

ط$_1$ = ф × أ × ز

$= 178.5 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1.1 \times 10^{20} \times \frac{90}{100} \times \frac{70}{100} =$

4×10^{29} جول

ط$_2$ = $178.5 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1.1 \times 10^{20} \times \frac{15}{100} \times \frac{93}{100} +$

178.5

$\times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1.1 \times 10^{20} \times \frac{15}{100} \times \frac{85}{100}$

ط$_2$ = $9 \times 10^{28} + 8 \times 10^{28} = 10^{28} (9 + 8) = 17 \times 10^{28}$

جول

ط كلية = ط$_1$ + ط$_2$

$= 4 \times 10^{29} + 17 \times 10^{28}$

$= 4 \times 10^{29} + 1.7 \times 10^{29} = 10^{29} (4 + 1.7) = 0.7 \times 10^{29}$

جول

دار اليـــازوري العلميـــة

الفصل الثامن

اتزان الطاقة الحرارية على سطح الأرض

- كيف يكتسب الغلاف الجوي الطاقة الحرارية؟

1- الامتصاص المباشر لأشعة الشمس.

2- امتصاص الأشعة الأرضية (الأشعة الطويلة تحت الحمراء).

3- التبخر.

4- انتقال الطاقة المباشر من سطح الأرض عن طريق الحمل والتوصيل.

- ما هي أنواع الرياح التي تحرك الهواء الجوي؟

1- الرياح الأفقية.

2- حركة التيارات الهوائية للأعلى والأسفل (الرأسية).

- **علل**: لا يحتاج الغلاف الجوي إلى طاقة حركية لتوزيع مكوناته.

لأن الغلاف الجوي دينامي دائم الحركة وبه عوامل تمكنه من الانتقال من مكان إلى آخر.

ملاحظة: إن مصدر الطاقة الحرارية الرئيسية في النظام الأرضي هو الشمس.

ملاحظة: قدرة الهواء على امتصاص الأشعة تكون محدودة للأشعة فوق البنفسيجة (الأشعة القصيرة).

- ما العوامل التي لها دخل في اختلاف قدرة امتصاص الأشعة الشمسية من قبل الهواء الجوي.؟ [العوامل التي لها دخل في قدرة الغلاف الجوي على امتصاص الأشعة الشمسية].

1- اختلاف تركيز بعض مواد مكونات الغلاف الجوي من غازات ومادة صلبة وسائلة.

2- اختلاف التركيب الكيميائي لمكونات الغلاف الجوي.

ملاحظة: 1- في الستراتوسفير يتم امتصاص الأشعة فوق البنفسجية.

ملاحظة: 2- في الستراتوسفير يتم امتصاص الأشعة 0.4 ميكرون = 400 نانوميتر = 4000 انغستروم.

- **علل**: الأرض تشع الحرارة وتسخن بها الغلاف الجوي مع أن طولها الموجي كبير.

أن الأرض تشع أمواجاً طويلة تحت حمراء نحو الأعلى فتمتصها الغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي فترتفع درجة حرارته، وبالتالي يتم تسخين الغلاف الجوي.

- **علل**: مكونات الغلاف الجوي تساعد على تسخين الغلاف الجوي.

نتيجة وجود الغازات الدفيئة فيه، والتي تعتبر جسماً أسود للأشعة تحت الحمراء والتي تقوم بدورها في رفع درجة حرارة الغلاف الجوي.

ملاحظة: 1- الغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي تعتبر جسماً أسود للأشعة تحت الحمراء.

ملاحظة: 2- يعتبر الأوزون جسماً أسود للأشعة فوق البنفسجية.

- اذكر أهم الغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي؟

CH_4, CO_2 بخار الماء NOx, N_2O, H_2O، كلوروفلوروكربون.

- ما العوامل التي لها دخل في اختلاف امتصاص الغازات الدفيئة للأشعة تحت الحمراء؟

1- الطول الموجي للأشعة.

2- تركيز تلك الغازات في الغلاف الجوي.

التبخر: عرف الحرارة الكامنة للتبخر.

هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل وحدة الكتل من الماء إلى بخار (مقدارها 2.5×10^6) جول/كغم).

- وضح كيف أن عملية التبخر تنقل الطاقة الحرارية من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي.

وذلك عن طريق أن الماء يتبخر بعد اكتسابه كمية محددة من الحرارة من سطح الأرض (2.5×10^6) جول/كغم فيرتفع هذا البخار إلى طبقات الجو العليا فيتكثف هذا البخار مطلقاً تلك الحرارة إلى الغلاف الجوي وبالتالي يسخن الجو.

- **علل**: إن وجود الغيوم فوق منطقة معينة دليل على دفء المنطقة والعكس بالعكس.

وذلك لأن الماء المتبخر من سطح الأرض يمتلك كمية من الحرارة امتصها من سطح الأرض لكي يتبخر فصعدت إلى طبقات الجو العليا وتكثفت

نتيجة وجود الطبقات الباردة فتفقد ما تحمله من حرارة إلى تلك الطبقات فتسخن ويصبح الجو أكثر دفئاً.

- احسب كمية الطاقة الكامنة المتحررة من تكثف الغيوم وهطول الأمطار، مقدرة بالجول، فوق مدينة عمان وضواحيها (أبعادها: 30كم × 20كم) إذا كانت كمية المطر التي سقطت شرقي المدينة تساوي 10مم؟ وغربيها30مم، (1مم من المطر يعادل 1 لتر من الماء لكل 1م^2 من الأرض، أو 1 م^3/دنم).

الحرارة الكامنة للتكثف = 2.5×10^6 جول/كغ.

الحل:

مساحة عمان بالأمتار المربعة = 30كم × 20كم = 600كم2

= 600×10^6 م^2 = 6×10^8 م^2.

1 لتر من الماء = 1كغم من الماء.

∴ كتلة كل الماء = 6×10^8 كغم.

∴ كتلة ما يهطل على عمان = $6 \times 10^8 \times 40 = 240 \times 10^8$ كغم.

ط $_{\text{حرارية}}$ = الطاقة الكامنة × الكتلة

$2.5 \times 10^6 \times 240 \times 10^8 = 600 \times 10^{14}$ جول

انتقال الطاقة المباشر من سطح الأرض:

- ما هي طرق انتقال الحرارة من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي؟

1- طريقة التوصيل.

2- طريقة الحمل.

- **علل**: طريقة التوصيل غير فعالة في نقل الطاقة الحرارية من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي.

حين يكون الهواء جافاً وساكناً والسماء صافية، يبرد سطح الأرض كثيراً في أثناء الليل نتيجة فقدانه الطاقة الحرارية بالإشعاع. وتبرد طبقة الهواء الملاصقة لهذا السطح نتيجة انتقال طاقتها الحرارية إليه عن طريق التوصيل، ولأن الهواء ردئ التوصيل للحرارة فإن هذه الطبقة تبرد أكثر من الهواء الذي فوقها، وتقل درجة حرارة الهواء القريب من السطح أكثر من الهواء الموجود على ارتفاع متر أو مترين.

- ما هي العوامل التي لها دخل في تكون الصقيع في الشتاء؟

1- أن يكون الهواء ساكناً.

2- أن تكون السماء صافية.

- **علل**: طريقة نقل الحرارة بالحمل في الغلاف الجوي أفضل من التوصيل.

لأن الهواء ردئ التوصيل للحرارة لكنه قابل لنقل الحرارة بين الأرض والغلاف الجوي عن طريق تيارات صاعدة ساخنة وأخرى تيارات هابطة.

ملاحظة: عملية الحمل أكفأ من التوصيل بـ⁻ 100 ألف مرة.

المركبات الإشعاعية على سطح الأرض:

1- الأشعة الشمسية الساقطة (ش⁻ س):

- ما هي أقسام الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الأرض (وضح كلاً منها)؟

أ- الأشعة المباشرة: الأشعة التي تسقط مباشرة من الشمس على الأسطح المعرضة لها على الأرض.

ب- الأشعة المنتشرة: هو الجزء الذي يتشتت وينتشر نتيجة اعتراض الدقائق العالقة في الجو من أشعة الشمس فيصل إلى السطح بطريقة غير مباشرة.

- ما العامل الذي له دخل في كمية الأشعة المنتشرة؟

تركيز الدقائق في الغلاف الجوي، فكلما زادت الدقائق زادت كمية الأشعة المنتشرة.

- أيهما لها دخل أكبر من حيث درجة الحرارة وارتفاعها، الأشعة المباشرة أم المنتشرة؟

الأشعة المباشرة لها دخل أكبر في ارتفاع درجة الحرارة، لأن كمية ما يسقط تكون كبيرة مقارنة بالمنتشرة.

- **علل**: قبل شروق وبعد غروب الشمس تبقى السماء مضاءة نسبياً.

نتيجة وجود الدقائق العالقة في الغلاف الجوي حيث أن جزءاً من الأشعة ينتشر نتيجة تشتيت الدقائق العالقة للأشعة فتظهر لنا القبة السماوية مضاءة.

2- الأشعة الشمسية المنعكسة ($ش_م$)

إنعكاسية السطح (الألبيدو) لها دخل في الأشعة المنعكسة عن سطح الأرض.

3- الأشعة الطويلة المتجهة إلى الأسفل ($ل_س$):

ما العوامل التي لها دخل في كمية الطاقة التي يشعها الغلاف الجوي:

أ- درجة حرارة الغلاف الجوي.

ب- كمية بخار الماء الموجود فيه.

- **علل**: من الأمور التي لها دخل في كمية الطاقة التي يشعها الغلاف الجوي، كمية بخار الماء الموجودة فيه.

لأن بخار الماء من الغازات الدفيئة والتي تعتبر جسماً أسود للأشعة تحت الحمراء وبالتالي فإن كمية ما يمكن أن يشعه الغلاف الجوي من أشعة طويلة (تحت حمراء) يستند إلى نسبة وجود بخار الماء في الغلاف الجوي.

4- الأشعة الطويلة المتجهة إلى الأعلى ($ل_ع$)

- **علل**: تستند كمية الطاقة الحرارية التي تشعها الأرض إلى درجة حرارتها.

حسب قانون ستيفان – بولتزمان فإن تدفق الطاقة الإشعاعية يتناسب طردياً مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقة للجسم، وبالتالي فإن كمية ما تشعه الأرض من طاقة يستند إلى درجة حرارة سطح الأرض.

- **علل**: الأرض تشع أمواجاً طويلة (تحت حمراء)

تم الجواب عليه حسب قانون فين، ارجع إلى ما سبق.

صافي الإشعاع على سطح الأرض:

ملاحظة: 1- المركبات الموجبة للإشعاع:

1-$ش_س$

2- $ل_س$

ملاحظة: 2- المركبات السالبة للإشعاع:

1- $ش_{م}$

2- $ل_{ع}$

- عرف تدفق صافي الإشعاع: هي محصلة المركبات الإشعاعية الساقطة على سطح أو المنبعثة منه.

معادلة صافي الإشعاع ϕ ص = $ش_{س}$ + $ش_{م}$ + $ل_{س}$ + $ل_{ع}$

ϕ ص = موجبة ← السطح يتعرض للتسخين

ϕ ص = سالبة ← السطح يتعرض للتبريد

- جد صافي الإشعاع في الساعة الثالثة مساء وهل يتعرض السطح للتبريد أم للتسخين.

الحل:

* 3 مساء ← ϕ ص = 600 + -140 + 380 + -460 = +380 واط/م^2 (السطح يتعرض للتسخين).

* 9 صباحاً ← ϕ ص = 250 + -50 + 370 + -420 = +150 واط/م^2 (السطح يتعرض للتسخين). [القيم السابقة تعطى ولا تحفظ].

ملاحظة: 1- الأشعة الشمسية الساقطة ليلاً = صفر واط/م^2

ملاحظة: 2- الأشعة الشمسية المنعكسة ليلاً = صفر واط/م^2

- احسب صافي الإشعاع على سطح الأرض من خلال القياسات التالية:

1- تدفق الأشعة الشمسية الساقطة 1200 واط/م^2

2- تدفق الأشعة الشمسية المنعكسة 20% من الأشعة الساقطة.

3- تدفق الأشعة الطويلة المنبعثة من الهواء نحو الأسفل 400 واط/م^2

4- تدفق الأشعة الطويلة المنبعثة من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي 600 واط/م^2 وهل يتعرض سطح الأرض للتبريد أم للتسخين؟

الحل:

ش$_{س}$ = + 1200 واط/م2،   ش$_{م}$ = $\frac{20}{100}\times$ 1200 = -240 واط/م^2

ل$_{س}$ = 400 واط/م^2 ،   ل$_{ع}$= -600 واط/م^2

ϕ = ش$_{س}$+ ش$_{م}$ + ل$_{ع}$ = 1200 + -240 + 400 + -600 = +760 واط/م^2

(سطح الأرض يتعرض للتسخين).

معادلة موازنة الطاقة على سطح الأرض:

- ما هي الطرق التي يتم التخلص بها من فائض الطاقة الحرارية من سطح الأرض؟

1- تدفق الحرارة المحسوس ϕم

2- تدفق الحرارة الكامنة ϕك

3- تدفق حرارة التربة ϕت

- عرف تدفق الحرارة المحسوس: هو الجزء من الطاقة الحرارية التي ينتقل إلى الغلاف الجوي مباشرة عن طريق تسخين الهواء الملامس لهذا السطح وحمله لأعلى.

- لماذا يطلق عليه تدفق الحرارة المحسوس؟

لأننا نحس بأثره حتى لو لم نكن معرضين لأشعة الشمس مباشرة.

- ما العامل الذي له دخل في تسخين الهواء الجوي القريب من سطح الأرض.

العامل هو حرارة الأرض التي تعمل على تسخين الهواء القريب منه لتحمله إلى الطبقات العيا للغلاف الجوي.

- ما العوامل التي يستند عليها تدفق الحرارة المحسوس؟

1- الفرق في درجة الحرارة بين سطح الأرض والهواء (α). طردي.

2- سرعة الرياح (α). طردي.

- **علل**: بزيادة الرياح يزداد تدفق الحرارة المحسوس.

لأن الهواء سيجعل درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض مساوية تقريباً لحرارة الأرض، وبالتالي سيقل تدفق الحرارة المحسوس إلى الغلاف الجوي، فبزيادة سرعة الرياح سيتوفر فرصة أكبر لنقل هواء بارد إلى سطح الأرض يكون الفرق بين درجة حرارته ودرجة حرارة الأرض كبيرة فيزداد تدفق الحرارة المحسوس من الأرض إلى الغلاف الجوي.

تدفق الحرارة الكامنة:

ملاحظة: تغطي المسطحات المائية ما نسبته 70%.

- عرف الطاقة الحرارية الكامنة (تدفق الحرارة الكامنة): هي الطاقة الحرارية التي يتم فقدانها لتبخر الماء من سطح الأرض، وانتقالها إلى الغلاف الجوي.

- ما العوامل التي لها دخل في كمية تدفق الحرارة الكامنة؟

1- كمية الماء المتوافر للتبخر (α). طردي.

2- جفاف الجو (α). طردي.

3- سرعة الرياح (α). طردي.

4- درجة الحرارة (α). طردي.

- عرف تدفق حرارة التربة: هو الجزء من الحرارة الذي ينتقل عن طريق التوصيل من الأسفل إلى سطح الأرض.

ملاحظة: تدفق حرارة التربة يشكل 10% من صافي الإشعاع.

- ما العوامل التي يستند عليها تدفق حرارة التربة؟

1- خصائص التربة.

2- رطوبة التربة.

معادلة موازنة الطاقة السطحية: تعطى علاقة صافي الإشعاع من الطاقة السطحية على الصورة التالية:

ϕص من حرارة الأرض السطحية = ϕم + ϕك + ϕت

إشارة التدفق (ϕص): موجبة: إذا كسب السطح طاقة (النهار) وسالبة: إذا فقد السطح طاقة (الليل).

مثال: احسب صافي الإشعاع من الطاقة السطحية في الساعتين 6 صباحاً، 6 مساءاً.

6 صباحاً ϕص = +30

ϕ ك = +10

ϕت = -45 [القيم السابقة تعطى ولا تحفظ]

ملاحظة أعلى صافي إشعاع بين 12 إلى 1 ظهراً، وذلك لأن الأرض تكون قد اكتسبت أعلى طاقة ممكنة من الشمس.

توزيع الطاقة بين السطح والغلاف الجوي:

- يلاحظ أن الطاقة المفقودة على شكل طاقة حرارية كامنة كانت أكبر من الطاقة المفقودة على شكل تدفق الحرارة المحسوس، في حين كانت هذه الكمية أقل فوق اليابسة، **علل**.

لأن الحرارة النوعية للماء عالية جداً فيحتاج الماء لكمية حرارة كبيرة جداً كي يتبخر الماء فيه لو كانت المياه على اليابسة.

الأشعة الساقطة على سطح الأرض		**100 وحدة**
التوزيع الرئيسي	**التوزيــــع الثانوي**	**الوحدات**
1- الغلاف الجوي		19
	أ- أوزون	-
	ب- دقــائق معلقة	-
	ج- غيوم	3
2- يعكس سطح الأرض		30
	أ- ســـطح الأرض	40
	ب- الغيوم	20
	ج- مـــواد عالقة	6
3- يمتص سطح الأرض		51
	المجموع	100 (19 + 30 + 51)

العناصر التي يتم التخلص بها من الطاقة الساقطة الكلية		الوحدات	
الطاقة الساقطة الكلية		51	تتوزع
1	أشعة طويلة	21	تتوزع
		15	غازات دفيئة
		6	يتسرب خارج الغلاف الجوي
2	تدفق حرارة محسوس	7	تتوزع
		7	تيارات حمل صاعدة
	عمليات تبخر	23	تتوزع
3		23	بخار ماء

ملحق:

1- اشرح تأثير الأتربة العالقة في الجو على التوازن الإشعاعي ودرجة الحرارة على سطح الأرض؟

الحل:

أن الأتربة العالقة في الجو تعمل على تشتيت جزء من أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض، فكلما زاد تركيزها قل تدفق الإشعاع الشمسي على سطح الأرض، وبالتالي قلت درجة الحرارة.

2- علل: إذا وضعت جسماً في الظل، فإنك تحجبه عن أشعة الشمس المباشرة، ومع ذلك فإنك تستطيع رؤيته.

الحل:

نتيجة وجود الدقائق العالقة في الهواء الجوي، والتي تعمل على تشتيت ضوء الشمس غير المباشر (عن طريق الأشعة المنتشرة).

3- احسب صافي الإشعاع من المعلومات التالية: تدفق الأشعة الساقطة = 700 واط/م^2 إنعكاسية سطح الأرض = 20%، الأشعة الطويلة الساقطة = 400 واط/م^2، الأشعة الطويلة المنبعثة إلى الأعلى = 420 واط/م^2، هي يسخن هذا السطح أم يبرد.

الحل:

ϕ ص= $700 \times \frac{20}{100} \times 70 + 400 - 420 = 540$ (السطح يسخن).

4- متوسط تدفق الأشعة الساقطة على السطح بين شروق الشمس وغروبها في أحد الأماكن يساوي 200 واط/م^2، احسب الوقت اللازم لتجفيف بركة من الماء مساحتها 200م^2، إذا كان ارتفاع الماء فيها 2سم، ما الوقت اللازم لذلك إذا كانت مساحة البركة 800م^2.

الحل:

كتلة الماء في البركة = الكثافة × حجم الماء

= 1000 $\frac{\text{كغم}}{\text{م}^3}$ × (مساحة × سمك)م^2

= 1000كغم/م3 × (200 × 2 × 10^{-2})م^3

= 1000 × (200 × 2 × 10^{-2}) = 4000كغم

الطاقة اللازمة لتبخير الماء = 2.5 × 10 ^{6} × 4000

= 10 × 10 ^{9} = 1 × 10 ^{10} جول

قدرة الشمس على التبخير = التدفق × المساحة

= 200 × 200 = 4 × 10 ^{4} واط

قدرة الشمس على التبخير = $\frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$

الزمن = $\frac{\text{الطاقة}}{\text{قدرة الشمس على التبخير}}$ = $\frac{10^{10}}{4 \times 10^{4}}$ = $\frac{1}{4}$ × 10 ^{6} ثانية

* الوقت في حال المساحة 800م^2

كتلة الماء في البركة = الكثافة × الحجم (للماء)

= 1000 $\frac{\text{كغم}}{\text{م}^3}$ × (مساحة × سمك)م^3

= 1000 × 800 × 2 × 10 $^{-2}$ = 16 × 10 ^{3}كغم.

الطاقة اللازمة لتبخير الماء = $2.5 \times 10^{6} \times 16 \times 10^{3}$

= 40×10^{9} جول

قدرة الشمس على التبخير = التدفق × المساحة

= $200 \times 800 = 16 \times 10^{4}$ واط

قدرة الشمس على التبخير = $\frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$

الزمن = $\frac{\text{الطاقة}}{\text{قدرة الشمس على التبخير}} = \frac{40 \times 10^{9}}{16 \times 10^{4}}$

الوقت = الزمن = 2.5×10^{5} ثانية

ملاحظات:

1- يعد الغلاف الجوي مهماً للحياة على الكرة الأرضية لأنه: يحتوي على معظم الغازات اللازمة للحياة عليها، وينقل الطاقة الحرارية الزائدة من المناطق القريبة من خط الاستواء ويوزعها على بقية سطح الأرض، ويمتص الأشعة فوق البنفسيجة الضارة ويحول دون وصولها إلى السطح.

2- إذا كانت الزاوية المحصورة بين الأشعة الساقطة والسطح تساوي (د) فإن العلاقة بين (د) وزاوية سقوط الأشعة هـ تكون هـ = 90 – د.

3- إذا تضاعفت المسافة بين المصدر المشع والسطح الذي تسقط عليه هذه الأشعة، فإن تدفق الطاقة الساقطة على هذا السطح تصبح: ربع ما كانت عليه.

4- تبقى الثلوج متراكمة على الأرض في المناطق الباردة لفترات طويلة، وتترسب عليها الأوساخ، خاصة في المدن الصناعية، ويصبح معامل انعكاس الأشعة الشمسية (الألبيدو) للثلج الوسخ أقل منه في للثلج النقي، وعند تعرضه لأشعة الشمس فإن: الثلج الوسخ يمتص كمية من الطاقة الحرارية أكبر مما يمتصه الثلج النقي فينصهر قبله.

5- كل الأجسام تشع دون استثناء.

6- جميع الأجسام في الطبيعة هي أجسام مشعة، إلا أننا لا نستطيع إدراك ذلك لأن كمية الطاقة التي تشعها بعض الأجسام قليلة فلا نستطيع إدراكها بحواسنا والطول الموجي للأشعة التي تشعها بعض هذه الأجسام يقع خارج نطاق قدرتنا الحسية، والوسط الذي يفصلنا عن هذه الأجسام يحول دون وصول الطاقة إلينا.

7- إذا كانت الإضاءة الساقطة على ورقة بيدك ضعيفة، فإنه يمكن زيادة هذه الإضاءة بما يأتي: استخدام مصدر ضوئي ذي قدرة إشعاعية أكبر، تقريب الورقة من مصدر الضوء، تمييل الورقة قليلاً من أجل تقليل زاوية سقوط الأشعة.

8- إذا كانت الألبيدو لسطح ما تساوي 95% فإن نسبة كمية الطاقة التي يمتصها الجسم إذا تعرض للأشعة تساوي 5%.

9- الغازان اللذان تؤدي زيادة تركيزهما في الغلاف الجوي إلى زيادة امتصاص الأشعة الطويلة، التي تحقق طولها الموجي:

10 ميكرون < طول الموجة < 0.3 ميكرون هما: ثاني أكسيد الكربون والميثان.

10- يصف الاتزان (أو التوازن) الإشعاعي على السطح الفرق بين كمية ما يفقده السطح وما يكسبه من الطاقة عن طريق: الأشعة القصيرة والطويلة والتدفق الحراري الذي ينتقل من السطح وإليه بوساطة الطرق المختلفة لانتقال الطاقة الحرارية (كالتوصيل والحمل).

11- حالة كسب الكرة الأرضية وفقدها للطاقة الحرارية المشعة على شكل أشعة تحت حمراء يعبر عنها بالعبارة: يكسب سطح الأرض الأشعة الطويلة ليلاً ونهاراً ويفقدها ليلاً ونهاراً.

12- يتوقف التبخر من السطح تماماً حين: يصبح السطح جافاً تماماً.

13- نتيجة للحرارة النوعية العالية للماء فإن عملية ري التربة تؤدي إلى أن تبقى: التربة المروية أبرد من التربة الجافة في النهار.

الباب الرابع

تاريخ الأرض

دار اليـــازوري العلميـــة

الفصل التاسع
الأحافير

- **عرف الأحفورة:** هي بقايا أو آثار كائنات عاشت في أزمنة جيولوجية تدل على نوع الكائن الحي، وغالباً ما تكون محفوظة في الصخور الرسوبية.

- ما هو وجه الاختلاف بين دراسة الأحافير ودراسة الكائنات الحية الحالية؟

إن دراسة الأحافير هي دراسة لفهم طبيعة الحياة القديمة التي كانت تعيش بها الكائنات الحية من حيث (المناخ، البيئة، تطور الكائن الحي على مر العصور) أما دراسة الكائنات الحية فهو يكون لمعرفة طريقة معيشتها وتركيبها الداخلي وغيرها مما يختص بوجودها.

- وضح كيف يتم معرفة الحياة والبيئة القديمة من أحفورة كائن حي قديم؟

عن طريق مقارنة أحفورة الكائن الحي بمثيله من الكائنات الحية الحالية، وبالتالي معرفة حياة وبيئة الكائن الحي الذي وجدت أحفورته.

- **علل:** أحفورة كائن حي تدل على نوع المناخ في المنطقة التي وجدت فيها الأحفورة.

وذلك بمقارنة حياة هذا الكائن الحي بحياة مثيله من كائنات حية أخرى حالية ومعرفة بيئة الكائنات الحالية والمناخ الملائم لمعيشتها وبالتالي معرفة طبيعة ومناخ وبيئة المنطقة التي وجدت فيها الأحفورة.

- عدد فروعاً من علم الأحافير؟

1- علم الأحافير الدقيقة.

2- علم الأحافير الكبيرة.

شروط التحفر:

هي عملية حفظ كائنات الأحافير في الصخور أو الثلوج أو العنبر.

- **علل:** الأحافير الموجودة في القشرة الأرضية قليلة جداً بالمقارنة مع كثرة الكائنات الحية التي عاشت قديماً.

وذلك لعدم توافر الظروف الملائمة التي تؤدي إلى حفظ تلك الكائنات الحية أو حفظ بقاياها بالصخور.

- ما شروط حفظ الكائنات الحية على شكل أحافير؟

1- أن يكون للكائن الحي هيكل صلب أو صدفة صلبة.

2- الدفن السريع للكائن الحي بعد موته.

- **علل:** يندر وجود أحافير من مواد عضوية (المادة الرخوة) في صخور الأرض بينما تكثر الهياكل الصلبة لها.

لأن المادة الرخوة (المادة العضوية) تتحلل بعد موت الكائن الحي في مدة أقصر من تحلل الهيكل الصلب، وبالتالي تجد الهياكل الصلبة والأصداف فرصة تحفر أكبر من المادة الرخوة العضوية. [علل: يندر وجود أحافير لكائنات حية

ليس لها هيكل صلب، نفس الجواب] [**علل:** يندر وجود أحافير للديدان وقناديل البحر، نفس الجواب].

- **علل:** الدفن السريع للكائن الحي بعد موته يجعل فرصة تحفزه أكبر.

لأن الدفن السريع يمثل عزل الكائن الحي أو أجزاء منه عن عوامل التحلل مثل O_2 البكتيريا، الحموض، وهذا يعمل على حفظه.

- **علل:** تعد أحافير الكائنات الحية البحرية أكثر شيوعاً وانتشاراً من الكائنات البرية [علل: انتشار عدد كبير من أحافير الأسماك وندرة أحافير الديناصورات].

ولذلك لوجود عاملين هما:

1- البيئات البحرية أكثر ملائمة للدفن السريع.

2- عوامل التحلل أكثر نشاطاً في اليابسة منها في المناطق المغطاة بالماء.

- ما هي الطرق الرئيسية لحفظ بقايا وآثار الكائنات الحية؟

1- الحفظ الكامل.

2- تصخر الأجزاء الصلبة الأصلية.

3- القوالب والنماذج.

4- الآثار الأحفورية.

- الحفظ الكامل:

ما هي طرائق حفظ أحفورة لكائن حي كامل؟

أ- حفظ الأجزاء الصلبة والرخوة الأصلية (الرئيسية).

ب- حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية.

حفظ الأجزاء الرخوة والصلبة الأصلية:

- ما شروط حفظ الكائن الحي كاملاً (أجزاؤه الرخوة والصلبة).

يتطلب ذلك دفناً سريعاً للكائن الحي بعيداً عن عوامل التحلل (O_2 بكتيريا، حموض) وبالتالي فإن كل أجزاء الكائن الحي تبقى دون تحلل.

- اذكر أمثلة على كائنات حية حفظت حفظاً كاملاً بأجزائها الرخوة والصلبة مع أماكن حفظها.

1- سقوط النمور السيفية في برك بترولية.

2- دفن الكائن ضمن الجليد مثل الماموث.

3- حفظ الحشرات في صمغ الكهرمان أو العنبر.

- **علل:** وجود أحافير حفظت أجزاؤها الرخوة والصلبة الأصلية نادرة جداً.

لأن شرط حفظها يتطلب دفناً سريعاً في وسط يحول بين الكائن الحي وعوامل التحلل، وبالتالي فإن هذ الطريقة نادرة، وبالتالي يندر معها أحافيرها.

جدول:

المادة	التركيب الكيميائي	أمثلة
سيليكا	SiO_2	راديولاريا، أشواك، الاسفنجيات، دياتومات
كربونات الكالسيوم، (كالسيت،	$CaCO_3$	جلد شوكيات، مرجان، أصداف قواقع

أراغونيت		
فسفات	$Ca_5(PO_4)_3(OH, CI, CO_3)$	عظام الفقاريات، عظام الأسماك، أسنان
مواد كيتينية	مادة عضوية مكونة من (C, H, N, O)	حشرات، أجزاء من الترايلوبيت
سيليلوز	مادة عضوية صلبة	نباتات

- ما أهمية دراسة أحافير الماموث من الناحية العلمية؟

1- أمكن عمل دراسات نسيجية لها أدت إلى تعرف وظائف الأعضاء ومدى تكيفها.

2- التعرف على بعض أنواع الأمراض المنتشرة في ذلك الوقت.

حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية:

- ما هي الأجزاء التي يحفظ فيها كل من الكائنات الحية التالية بعد تحللها؟

الفقاريات: العظام والأسنان.

اللافقاريات: الأصداف والقواقع.

النباتات: الجذوع والأغصان وحبوب اللقاح.

- **علل:** وجود أحافير لعظام الفقاريات.

لأنها تعيش بأغلبها على اليابسة، والتي يتوافر فيها الظروف لتحلل المادة الرخوة منها. وحيث أن لها هيكلاً صلباً فإن ظروف حفظه في التربة تكون كبيرة، ويستمر حفظها لغاية العصر الحالي.

تصخر الأجزاء الصلبة الأصلية.

- ما هي طرائق تصخر الأجزاء الصلبة؟

أ- الاستبدال أو الإحلال.

ب- التشرب بالمعدن.

ج- التفحم.

- ما الفرق بين حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية للكائن الحي وتصخرها؟

في حالة حفظ الأجزاء يبقى التركيب الكيميائي للمادة العضوية نفسه الموجود عند الكائن الحي، أما تصخر هذه الأجزاء فيعني تغيير التركيب الكيميائي لتلك الأجزاء مع بقاء الشكل الخارجي والتفاصيل دون تغيير.

ملاحظة: أهم أنواع (طرق) حفظ الأحافير هي تصخر الأجزاء الصلبة الأصلية.

الاستبدال أو الإحلال:

- وضح المقصود بالاستبدال أو الإحلال [نفس جواب سؤال كيف يتم حفظ أحافير الكائن الحي بطريقة الاستبدال أو الإحلال؟].

وذلك عن طريق إحلال المواد الذائبة في المحاليل إحلالاً كاملاً أو جزئياً محل المادة الصلبة الأصلية المكونة لهيكل الكائن الحي بحيث تحتفظ ببنية الأجزاء الصلبة دون حدوث تغير على شكل هيكل الكائن أو حجمه.

- ما هي المواد التي يتم فيها الإحلال أو الاستبدال في هياكل الكائنات الحية؟

السليكا (الكوارتز)، أكاسيد الحديد، كربونات الكالسيوم.

- عرف تصخر الخشب: هو أن يحل المعدن محل المادة العضوية (السيليلوز) بحيث يصبح متصخراً.

التشرب بالمعدن:

(كيف يتم تشرب أحفورة كائن حي بالمعدن (وضح الطريقة؟)

تحدث هذه العملية نتيجة ترسب بعض المعادن في الفراغات والتجاويف للأجزاء الصلبة ولا يتم إحلال للأجزاء الصلبة.

ما الفروق بين تصخر الهياكل الصلبة للكائنات بطريقة الإحلال أو الاستبدال والتشرب بالمعدن؟

طريقة الإحلال والاستبدال يتم فيها إحلال المادة غير العضوية (المعدنية) محل المادة العضوية لهيكل الكائن الحي، أما طريقة التشرب بالمعدن فيتم فيها ترسب المعادن في الفراغات والتجاويف الموجودة في هيكل الكائن الحي دون إحلال أو استبدال للمادة العضوية لهيكل الكائن الحي.

- ما هي المحاليل التي يمكن لهيكل كائن حي أن يتشربها؟

1- محاليل مشبعة بأكاسيد الحديد.

2- محاليل مشبعة بكربونات الكالسيوم.

3- محاليل مشبعة بأكاسيد السيليكا.

دار **اليـــازوري** العلميـــة

- ما هي الأحافير التي يشيع بها حدوث التشرب بالمعدن.

1- عظام الحيوانات الفقارية.

2- الاسفنجيات.

3- المرجانيات.

4- جذوع أو سيقان الأشجار.

التفحم:

- عرف التفحم: [ما هي آلية التفحم لأوراق النباتات؟]: عند تعرض النباتات لضغط وحرارة عاليين من طبقات دفنت تحتها تخرج العناصر الطيارة، ويبقى الكربون محافظاً على جميع التفاصيل التركيبية الأصلية للنبات.

ما هي عناصر التفحم عند علماء الأحافير؟

إن التفحم يحفظ جميع التفاصيل التركيبية الأصلية للنبات فتعطي للعلماء فكرة واضحة عن نوع ذلك النبات.

- ما التغيرات التي تحدث على أحفورة كائن حي متفحم؟

خروج العناصر الطيارة منه (N_2, H_2, O_2).

القوالب والنماذج:

- **عرف القالب:** هو فجوة داخل رسوبيات أو صخر تكونت من صدفة تحللت مادتها الرخوة وتعرضت صدفتها للإذابة من المحاليل.

- ما فائدة أحفورة القالب؟

يأخذ القالب الشكل الخارجي للصدفة وبالتالي يمكن معرفة نوعها.

- ما الأحافير التي وجد لها قوالب؟

1- أصداف وقواقع الكائنات البحرية.

2- الأجزاء الصلبة للكائنات الفقارية (العظام).

- **عرف النموذج:** هي رسوبيات طينية أو جيرية أو ترسب معدن في محاليل مشبعة بعناصر ومجموعات تملأ القالب.

- ما فائدة النموذج؟

يحمل النموذج جميع التفاصيل الداخلية للأصداف أو القواقع.

- **عرف الآثار الأحفورية:** هي آثار كائنات حية قديمة تمثل أنشطتها وطرق معشتها.

ملاحظة:

1- كيف تتعرف اتجاه سير الحيوان؟

عن طريق معرفة أصابع الكائن أو أظافره وتحديد اتجاهها والتي تدل على اتجاه سيره.

2- كيف تميز طبعات حيوان يمشي أو يركض؟

إذا كانت الخطوات متقاربة فالحيوان يمشي، وإذا كانت الخطوات متباعدة فالحيوان يركض.

- ما أنواع الآثار الأحفورية؟

1- آثار سير الحيوانات: طبعات الأقدام والأرجل.

2- آثار زحف الحيوانات: الديدان (أخاديد الزواحف واللافقاريات).

3- مساكن تحفرها الكائنات الحية: مساكن بيوت النمل.

- ما فائدة الآثار الأحفورية؟

1- تعرف نوع الكائن الحي.

2- تعرف نمط حياة الكائن الحي ونشاطه وطريقة معيشته.

- ما العلم الذي يدرس الآثار الأحفورية؟

علم الآثار القديمة:

- ما فوائد الأحافير التي توجد في طبقات الأرض (أهمية الأحافير)؟

1- معرفة البيئات الرسوبية القديمة.

2- معرفة البيئات الحياتية القديمة.

3- معرفة الجغرافية القديمة.

4- معرفة المناخ القديم.

5- تحديد العمر النسبي للطبقات ومضاهاتها.

6- دراسة التطورات التي مرت بها الحياة على الأرض.

- وضح المقصود بالبيئة الرسوبية القديمة؟

هو المكان الذي عاشت فيه كائنات الأحافير.

- ما أنواع البيئات التي عاشت فيها الكائنات الحية القديمة؟

1- بيئات بحرية.

2- بيئات قارية.

3- بيئات انتقالية.

- **عرف البيئات البحرية:** تشمل البحار والمحيطات والأنهر الضحلة والمتوسطة والعميقة.

- ما أنواع الأحافر الموجودة في البيئات البحرية؟

1- اللافقاريات.

2- الأسماك.

3- الأسماك الغضروفية.

4- الشعاب المرجانية.

- في أي المناطق البحرية يعيش المرجان (الشعاب المرجانية)؟

يعيش في قيعان جيرية على عمق ضحل وفي منطقة دافئة.

- هب أنك وجدت شعاباً مرجانية أحفورية في منطقة ما قارية فكيف تحدد البيئة الرسوبية لتلك المنطقة؟

تمثل بيئة رسوبية قديمة لبحر ضحل وذات مناخ دافئ.

- **عرف بيئات قارية:** تشمل الأنهار وضفافها والصحاري والجليديات القارية.

- ما أنواع الأحافير للكائنات الحية الموجودة في البيئات القارية؟

يسودها بشكل عام الحيوانات الفقارية كما يسودها كذلك النباتات.

- **عرف بيئات انتقالية:** تشمل دلتا الأنهار والمناطق الشاطئية.

- ما أنواع الأحافير الموجودة في البيئات الانتقالية؟

زواحف وبرمائيات.

- **عرف البيئات الحياتية القديمة:** هي الظروف الحياتية القديمة التي كانت تحيط بالكائن الحي من درجة حرارة وضغط وملوحة وغذاء وغيرها.

على ماذا يدل وجود أحفورة جلد شوكيات في منطقة ما؟

يدل وجودها على بيئات بحرية ضحلة غنية بكربونات الكالسيوم الذائبة في الماء.

- **عرف الجغرافية القديمة:** هي توزع القارات والبحار فوق سطح الأرض وموقع خطوط الشواطئ بينها في زمن ما.

- كيف يمكن تحديد شواطئ قارات العالم قديماً؟ [كيف يمكنك تحديد جغرافية العالم القديم؟].

وذلك عن طريق معرفة الأحافير القارية وأماكن انتهاءها، ومعرفة بداية الأحافير البحرية فيمثل الخط الفاصل بينها خط الشاطئ في تلك الفترة في المنطقة خلال عصر من العصور.

- اذكر مثالاً يوضح تحديد جغرافية بلد ما؟ [كيف يتم تحديد خطوط الشواطئ في الأردن؟].

وذلك عن طريق معرفة نهاية ظهور أحافير قارية كالخنشار، وبداية ظهور أحافير بحرية كالامونيت والرأسقدميات، وبالتالي الخط الفاصل بينهما كشاطئ.

- **عرف المناخ القديم:** هو الموقع بالنسبة لخط العرض (يحدد درجة الحرارة "المناخ") الذي عاشت فيه كائنات الأحافير والظروف المحيطة بها من درجة حرارة ورطوبة وهطول أمطار.

- كيف يمكن تحديد مناخ منطقة ما من خلال أحافيرها؟

وذلك بمقارنتها بكائنات حية حالية نباتية أو حيوانية والمناخ الملائم لمعيشتها، وبالتالي تحديد المناخ لتلك الكائنات التي وجدت قديماً في تلك المنطقة.

- ما المناخ السائد في المنطقة إذا وجدت فيها الأحافير التالية:

بذور النخيل: منطقة حارة صحراوية (درجة عالية).

المرجان: مناخ حار مداري (23 إلى 30 س).

غلوسوبترس: مناخ قطبي.

تحديد العمر النسبي للطبقات ومضاهاتها:

- **عرف العمر النسبي:** تحديد عمر طبقة من طبقات الأرض مقارنة بأنواع الأحافير الموجودة فيها.

- **عرف المضاهاة:** تحديد عمر طبقة مقارنة بطبقة أخرى وجدت فيها الأحافير.

- كيف نستطيع باستخدام الأحافير معرفة أعمار الطبقات النسبية؟

وذلك لأن لكل كائن حي فترة عاشها بحيث أنه إذا حفظت بقاياه في طبقة ما على شكل أحفورة فإنها تكون دليلاً مرشداً على الفترة الزمنية التي عاش فيها الكائن الحي، وبالتالي معرفة العمر النسبي لتلك الطبقة.

- كيف يمكن الاستفادة من الأحافير في أماكن مختلفة وبعيدة بتحديد أعمارها.

وذلك عن طريق مقارنة أحافير الفترة الزمنية نفسها مع الطبقات الموجودة بها، فوجود نفس أنواع الأحافير يدل على نفس العمر النسبي لتلك الطبقات.

- ما التطبيقات العملية التي يمكن الاستفادة منها في الأحافير في طبقة ما؟

البحث والتنقيب عن الطبقات الحاملة للنفط وكذلك المياه الجوفية.

دراسة التطورات التي مرت بها الحياة على الأرض:

ملاحظة:

يمكننا باستخدام الأحافير معرفة نشأة الحياة على الأرض والتي تقدر بـ 3.5 بليون سنة فهي تفيد في دراسة التطورات التي مرت بها الحياة على الأرض.

الأحافير الشائعة:

ملاحظة: استطاع العلماء باكتشاف الأحافير إكمال تصنيف الكائنات الحية والتي وجد عدد هائل من أنواعها.

- ما الفرق بين كل من حفظ الأجزاء الصلبة، حفظ الأجزاء الصلبة والرخوة من حيث (سرعة الدفن، التأثر بعوامل التحلل، الفائدة العلمية منها، تركيبها الكيميائي)؟

وجه المقارنة	حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية	الأجزاء الصلبة والرخوة
سرعة الدفن	أبطأ	أسرع
التأثر بعوامل	أكبر	أقل

التحلل		
الفائدة العلمية	ترتبط بمعرفة نوع الكائن الحي	معرفة تركيبه النسيجي ومعرفة غذائه ووظائف أعضائه ومعرفة الأمراض المنتشرة في زمنه ومدى تكيفه وبيئته
تغيير تركيبها الكيميائي	لا يختلف	لا يختلف

- ما الفرق بين حفظ الأجزاء الصلبة، والاستبدال أو الإحلال من حيث: التركيب الكيميائي. تغير شكل الهيكل، طريقة التحفر.

وجه المقارنة	**حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية**	**الإحلال أو الاستبدال**
تغير التركيب الكيميائي	لا يتغير	يتغير
تغير الشكل الخارجي	لا يتغير	لا يتغير
(شكل الهيكل) طرقة التحفر	اذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)	اذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)

- قارن بين الإحلال والتفحم.

وجه المقارنة	الإحلال	التفحم
تغير الكتلة	تزداد	تقل
آلية حدوث كل منهما	ذكر آلية الحدوث (شرحناه سابقاً)	التعريف (شرحناه سابقاً)
المادة التي جرى عليها تغيير	المادة العضوية	خروج العناصر الطيارة

- قارن بين حفظ الأجزاء الصلبة والتشرب بالمعادن:

وجه المقارنة	حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية	التشرب بالمعدن
تغير التركيب الكيميائي	لا يتغير	يتغير بإضافة مواد جديدة للأحفورة
تغير الشكل الخارجي (شكل الهيكل)	لا يتغير	لا يتغير
طريقة التحفز	اذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)	اذكر الطريقة شرحناها سابقاً
كتلة الأحفورة	ثابتة	تزداد

- قارن بين التشرب بالمعدن والتفحم:

وجه المقارنة	التشرب بالمعدن	التفحم
تغير التركيب الكيميائي	يتغير بإضافة مواد جديدة للأحفورة	لا يتغير ما عدا تطاير الغازات منها

التفحم	التشرب بالمعدن	وجه المقارنة
لا يتغير	لا يتغير	تغير الشكل الخارجي (شكل الهيكل)
ذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)	اذكر الطريقة شرحناها سابقاً	طريقة التحفر
تقل	تزداد	كتلة الأحفورة

- قارن بين حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية، والتفحم.

التفحم	التشرب بالمعدن	وجه المقارنة
لا يتغير ما عدا الغازات منها	لا يتغير	تغير التركيب الكيميائي
لا يتغير	لا يتغير	تغير الشكل الخارجي (شكل الهيكل)
ذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)	اذكر الطريقة (شرحناها سابقاً)	طريقة التحفر
تقل	تبقى ثابتة	كتلة الأحفورة

ملحق:

1- من أين تحصل على الأحافير:

من طبقات رسوبية.

2- عدد أنواع الأحافير؟

أحافير الكائنات الدقيقة وأحافير الكائنات الكبيرة.

3- كيف تتعرف صفات أحافير كائنات مدفونة في الصخور وبيئاتها عن طريق كائنات مكانت مماثلة لها حية تعيش في المحيطات؟

وذلك بمقارنة الشكل الخارجي للأحفورة مع الشكل الخارجي لأحفورة كائن حي يعيش حالياً فبمعرفة بيئة الكائن الحي الحالي يمكن معرفة البيئة التي عاش فيها الكائن الحي الذي وجدت أحفورته.

4- ما العلاقة بين سرعة الدفن للكائن الحي وإمكانية حفظه كأحفورة؟ فسر هذه العلاقة. علاقة طردية، حيث أن سرعة الدفن تحول دون تحلل الكائنات الحية وتعرضها للعوامل الجوية (بكتيريا، O2).

5- إذا كانت سرعة الدفن لكائن حي ما منخفضة، فما إمكانية حفظ هذا الكائن كأحفورة؟ منخفضة.

6- صف حالة سرعة دفن الكائن الحي وإمكانية حفظه كأحفورة؟

إذا كان الدفن سريعاً فإمكانية حفظه كأحفورة مرتفع.

7- هب أنك وجدت طبقة صخرية عمرها 15 مليون سنة خالية من الأحافير، هل يدل ذلك فقط على أن سرعة دفن الكائن الحي كانت بطيئة؟ أم ثمة تفسير آخر؟

أحد الاحتمالات أن يكون الدفن بطيئاً. والتفسير الآخر أن لا يكون للكائن هيكل صلب تم حفظه، وتفسير ثالث أن لا يكون ضمن تلك الفترة كائن حي مات في تلك المنطقة.

8- أي أنواع الأحافير يدل على بيئة بحرية؟

محاريات، أمونيت، بطن قدميات.

9- اذكر نوعين من الأحافير لكائنات لا تعيش على اليابسة؟

أمونيت، محاريات.

10- أي نوع من الأحافير له مدى واسع في البيئات الرسوبية؟

بطن، قدميات.

11- اذكر نوعين من الأحافير لهما الانتشار نفسه في البيئات الرسوبية؟

ديناصورات، سرخسيات.

الفصل العاشر
أساسيات علم الطبقات

- عرف علم الطبقات: هو العلم الذي يعني بدراسة الصخور الطبقية.

- ما هي الصخور التي توجد في الطبيعة على شكل طبقات؟

الصخور الرسوبية.

ما فروع علم الطبقات؟

1- الطبقة الصخرية.

2- الطبقة الأحفورية (البيولوجية.

3- الطبقة الزمنية.

- بماذا يهتم كل من فروع علم الطبقات الآتية:

1- الطبقة الصخرية: تعنى بدراسة مكونات الطبقة المعدنية وخصائصها الفيزيائية (حجم الحبيبات، البلورات، أشكال البلورات وتركيبها ولونها وترتيبها).

2- الطبقة الأحفورية (البيولوجية): تعنى بدراسة المكونات الأحفورية للطبقات وتصنيفها تبعاً لمحتواها الأحفوري.

3- الطبقة الزمنية: تعنى بدراسة العمر النسبي والمطلق للطبقات وتحديد علاقاتها الزمنية ومضاهاتها مع غيرها من الطبقات.

ملاحظة: 1- العالم الأغريقي الذي استنتج غمر الأرض بالمياه بشكل دوري هو العالم زينوفينيس.

ملاحظة: 2- يوجد علماء رومان لهم إسهامات في علم الأرض من بينهم لوكريتس، وبليني.

- ما هي آراء العلماء واستنتاجاتهم:

زينوفينيس: الأرض كانت قد غمرت بمياه البحر أكثر من مرة وبشكل دوري.

أرسطو: أن أجزاء من اليابسة كانت مغطاة بالبحر في وقت من الأوقات.

اذكر أحد العلماء المسلمين الذي كان له جهود علمية في علم الأرض، وما هو كتابه؟

محمد بن أحمد البيروني، اسم كتابه "تحديد نهايات الأماكن في تصحيح مسافات المساكن".

اسم الصخر	مكوناته المعدنية	النسيج
الحجر الرملي	الكوارتز	مكون من حبات بحجم الرمل ويتراوح حجمها بين 16/1 إلى 2مم.
الغضار	معادن طينية وكوارتز	مكون من حبات الطين بحجم أقل من 256/1مم.

اسم الصخر	مكوناته المعدنية	النسيج
المارل (الحور	كالسيت ومعادن طينية	مكون من بلورات كالسيت وحبات طينية بحجم أقل من 256/1مم.
الحجر الجيري	كالست	مكون من بلورات ناعمة أو خشنة.
الدولوميت	دلوميت	مكون من بلورات ناعمة أو خشنة.
الجبس	جبس	مكون من بلورات ناعمة أو خشنة.
الصوان	كوارتز أوكالسيدوني	مكون من بلورات كوارتز ناعمة أو كالسيدوني مستطيل البلورات.

ما المجالات الجيولوجية لعلماء عصر الثورة الصناعية؟

1- علاقة الأرض بالمياه وترسب الصخور.

2- علم الأحافير وعلاقته بالطبقات الصخرية.

ملاحظة: في أي عصر من العصور ازدهر علم الأرض وعلم الطبقات عصر علماء الثورة الصناعية.

- **عرف سطح الطبقة:** هو الامتداد الأفقي الذي يحصل بين الطبقات المختلفة.

- **عرف طبقة صخرية:** هي المنطقة المحصورة بين سطحي طبقتين متعاقبتين.

ما الذي يميز بين طبقة وأخرى؟ [ما العوامل التي تميز بين طبقة وأخرى؟].

1- التركيب المعدني للطبقة الصخرية.

2- نسيج الطبقة الصخرية.

ما العوامل التي تحدد نسيج طبقة؟ [وهو نفس تعريف النسيج].

1- شكل الحبيبات.

2- استدارة الحبيبات.

3- درجة فرزها.

4- حجمها (قطرها).

5- المواد المكونة منها.

- **حدد قطر الحبيبات التي يتكون منها صخر المواد التالية:**

1- صخور الكونغلوميرات: القطر يزيد عن 2ملم.

2- الرمل: 2 إلى 16/1ملم (القطر).

3- الغرين: القطر 16/1 إلى 256/1 نلن.

4- الطين: القطر أقل من 256/1ملم.

- **ما المقصود بالتراكيب الداخلية (للطبقة).**

هي طريقة توضع الطبقات في الطبيعة.

ما أنواع التراكيب الداخلية المعرفة؟ وما المقصود بكل منها؟

1- طبقة (طبقية) كتلية: هي الطبقات الخالية من التراكيب الداخلية.

2- طبقية متقاطعة: هو تقاطع الطبقات الصخرية مع بعضها البعض.

ما هو تصنيف الطبقات بحسب سمكها؟

1- طبقات سميكة جداً (سمكها أكبر من متر).

2- طبقات سميكة (بين 30سم إلى متر).

3- طبقات متوسطة (بين 10سم إلى 30سم).

4- طبقات رقيقة (بين 3سم إلى 10سم).

5- طبقات رقيقة جداً (1سم إلى 3سم).

- **عرف الطبقة:** هي وحدة مسطحة من الصخور الرسوبية لها تركيب معدني ونسيج معين قد تحوي تراكيب داخلية محددة أو تكون كتلية تميزها عما فوقها وعما تحتها ولكل طبقة سطح علوي وسطح سفلي يفصلانها عن غيرها.

كيفية تكون التعاقب الطبقي:

ما العوامل التي يمكن وضعها كحد للطبقة؟

1- التركيب المعدني.

2- النسيج.

3- التراكيب الداخلية.

- **عرف التعاقب الطبقي:** هو ترسيب طبقة صخرية نتيجة عوامل مختلفة وفي ظروف فيزيائية وكيميائية وبيولوجية محددة.

كيف يتم التعاقب الطبقي للصخور؟ وضح ذلك.

عند حدوث عوامل التجوية الميكانيكية في منطقة فإن عوامل النقل البيئية مثل الرياح والأنهار تنقل تلك النواتج إلى البيئات الرسوبية المائية حيث تترسب فوق طبقة أخرى تم ترسيبها بحيث تستند طبيعة تكون الطبقة على كمية النواتج التي تم ترسيبها ومكوناتها الكيميائية، ويستند نسيج الطبقة إلى درجة فرز الحبيبات وقطرها ودرجة استطارتها.

مبادئ علم الطبقات:

ما مبادئ علم الطبقات؟

1- مبدأ تعاقب الطبقات.

2- مبدأ الترسيب الأفقي.

3- مبدأ النسقية.

4- مبدأ تعاقب الحياة (تعاقب المجموعات الحيوانية والنباتية).

مبدأ تعاقب الطبقات.

وضح مبدأ تعاقب الطبقات؟

ينص على أنه في أي تعاقب طبقي للصخور الرسوبية تكون كل طبقة أحدث من الطبقة التي تقع أسفلها، وأقدم من الطبقة التي تعلوها، وبالتالي، فإن الطبقات الأقدم تكون في الأسفل والطبقات الأحدث في الأعلى (على أن

لا تكون هذه الطبقات قد تعرضت لقوى أدت إلى تغيير نظام تعاقبها الأصلي).

من وضع مبدأ تعاقب الطبقات؟

هو العالم الإيطالي ستينو.

ما أهمية مبدأ تعاقب الطبقات؟

يستطيع الجيولوجي في الميدان تاريخ الصخور الرسوبية نسبياً بحيث يرتب الطبقات ترتيباً زمنياً بشكل نسبي.

اذكر مثالاً لا ينطبق عليه مبدأ تعاقب الطبقات؟

الطية المضطجعة.

مبدأ الترسيب الأفقي:

ينص على أن الصخور الرسوبية بشكل عام تترسب أصلاً في وضع أفقي أو شبه أفقي.

مبدأ النسقية:

ينص على أن العمليات الجيولوجية التي تعمل في الوقت الحاضر على تكوين شتى الأنواع من الصخور وعلى تشكيل سطح الأرض هي نفسها قد بدأت عملها منذ تكوين القشرة الأرضية (الحاضر مفتاح الماضي).

من العالم الذي وضع مبدأ النسقية؟

جيمس هاتون

- هب أنك وجدت صخوراً بركانية قديمة تكونت قبل 50 مليون سنة مثلاً، وضح كيف يمكنك معرفة آلية تكونها، مع أنك لم تشاهد نشأتها؟

وذلك بمقارنة تلك الصخور بتشكل صخور حالية نارية، وبالتالي معرفة تكون تلك الصخور.

اذكر حادثتين جيولوجيتين لا يمكن تفسيرهما حسب مبدأ النسقية؟

1- تكون الحديد الحزمي.

2- تكون الأخاديد البحرية والجزر البركانية مثل جزيرة هاواي.

- **علل:** وجود الحديد الحزمي في طبقات الأرض.

وذلك لأن تكونه تم قبل ظهور غاز O_2 في الغلاف الجوي.

- **علل:** فشل مبدأ النسقية في تفسير الحديد الحزمي.

وذلك لأن الحديد الحزمي تكون قبل ظهور غاز O2 في الغلاف الجوي لذلك فإن فهم آلية تكونه لا يكون وفق مبدأ النسقية.

كيف يتم تفسير تكون جزر هاواي؟

إن البركان أسفل المحيطات عمل على تكوين طبقات متتالية حتى ظهرت الجزر فوق مستوى سطح البحر، وبالتالي احتاج ذلك إلى ملايين السنين لكي يتم وهذا لا يحدث بشكل طبيعي حسب مبدأ النسقية.

ما أثر عامل الزمن على مبدأ النسقية؟

إن القوى التي تبدو صغيرة إذا استمرت لفترات طويلة من الزمن فإنها تنتج آثاراً عظيمة وهذا يبين تأثير الزمن في الأحداث الجيولوجية.

مبدأ تعاقب الحياة (تعاقب المجموعات الحيوانية والنباتية):

ينص على أن كل طبقة أو مجموعة طبقات من الصخور الرسوبية تحتوي على أحافير محددة من الحيوانات والنباتات تختلف عن تلك الموجودة في الطبقات الأقدم والأحدث فيها.

من وضع مبدأ تعاقب الحياة؟

العالم البريطاني وليم سميث.

وضح حسب مبدأ تعاقب الحياة إن رقي الكائنات الحية يزداد مع الزمن؟

وذلك لأن مبدأ تعاقب الطبقات يدل على أن الطبقات العليا هي طبقات أحدث وعليه يكون رقي الكائنات فيها أكبر مما سبقها فكلما كانت الكائنات الحية وأحافيرها في الطبقات الأحدث فهذا يدل على أنها ذات رقي أكبر.

هل يستند تعاقب مجموعات إلى التغير في الصفات الفيزيائية للصخور المتعاقبة؟

وضح ذلك.

نعم، وذلك لأن مجموعة الأحافير باختلاف رقيها عبر الزمن وبالتالي فإن نسيج الصخر يستند على نوع الأحافير الموجودة، أي على رقي تلك الكائنات الحية الموجودة في الصخر.

التوافق وعدم التوافق:

- **عرف التوافق:** ترسيب الطبقات أفقياً وبشكل مستمر بحيث تكون أسطح الطبقات المتعاقبة متوازية ومتتالية.

- **عرف الطبقات المتوافقة:** هي الطبقات المتعاقبة والمتوازية والمتتالية.

- **عرف عدم التوافق:** هو سطح يفصل بين مجموعتين من الصخور أحداهما قديمة والأخرى أحدث منها يوضح هذا السطح حدوث تعرية أو انقطاع في الترسيب يصاحبه حركات أرضية أو يليها ويمثل فترة زمنية ضائعة بين المجموعتين. (هذا تعريف سطح عدم التوافق).

كيف تتعرف كجيولوجي في الميدان على سطح عدم التوافق؟

1- طيات سفلية ويعلوها طبقات أفقية.

2- طبقات مائلة يعلوها طبقات أفقية.

3- طبقات أفقية يلاحظ فيها عدم اكتمال مجموعة من الطبقات أو حتى غيابها.

أ- الانتقال الفجائي في رقي الأحافير.

ب- وجود سطح متعرج بين طبقة وطبقة.

ما هي الأنواع الرئيسية لعدم التوافق؟

1- عدم التوافق الحتي.

2- عدم التوافق الزاوي.

3- اللاتوافق.

- عدم التوافق الحتي:

- عرف سطح عدم التوافق الحتي [عدم التوافق الحتي]: هو مجموعتان من الطبقات السفلي أقدم والعليا أحدث بينهما سطح متعرج.

وضح كيف يتم حدوث سطح عدم التوافق الحتي؟

1- ترسيب طبقات تكونت في قاع البحر.

2- تعرضت هذه الطبقات لقوى أرضية أدت إلى رفعها فوق مستوى سطح البحر.

3- تعرضت هذه الطبقات لعوامل تعرية أزالت بعض أجزائها، وبالتالي أدت إلى ظهور تضاريس في سطحها.

4- بمرور فترة زمنية طويلة هبط مستوى سطح هذه المنطقة وغمرتها المياه ثم ترسبت عليها طبقات المجموعة الأفقية الثانية.

- عرف التوافق الزاوي: هو وجود طبقات مائلة يعلوها طبقات أفقية.

بماذا تتميز سطوح التوافق الزاوي؟

الصخور في عدم التوافق حدثت فيها حركات أرضية أدت إلى ميلان الطبقات وانحسار البحر عنها.

- ما الفرق بين عدم التوافق الحتي وعدم التوافق الزاوي.

وجه المقارنة	عدم التوافق الحتي	عدم التوافق الزاوي
التعرف على نوع عدم التوافق	تكون الطبقات متوازية يفصلها سطح متعرج	طبقات مائلة وطبقات أفقية
التوضع (المجموعتان اللتان يفصل بينهما سطح عدم التوافق	تكون الطبقات متوازية يفصلها سطح متعرج	طبقات مائلة وطبقات أفقية
طريقة الحدوث	حدوث حركات	حدثت حركات

	أرضية رفعت قاع البحر ثم حــدثت عوامــل تجويــة وتعريــة ثــم هبوطهــا مــرة أخرى تحت مستوى سطح البحر	أرضــية أدت إلــى ميــل الطبقـات ثـم ارتفعـت فـوق مسـتوى سـطح البحـر ثـم نزلـت مـرة أخـرى تحـت مستوى سطح البحر

عـرف اللاتوافـق: هـو توضـع صـخور رسـوبية فـوق صـخور ناريـة أو متحولة.

هل يمكن التعرف دائماً على سطح عدم التوافق في الميدان فإن كان لا، فكيف يمكنك معرفة ذلك؟

لا لأنـه لا يسـتطيع الحكـم مباشـرة علـى وجـوده أو عـدم وجـوده ويمكـن معرفة ذلك من خلال المحتوى الأحفوري للطبقات فانقطاع السجل الأحفوري يدل على وجود سطح عدم التوافق.

المضاهاة بين الطبقات:

ما الذي له دخل في الامتداد الأفقي للطبقات؟

مساحة حوض الترسيب.

ـ **عرف المضاهاة:** هي مطابقة الطبقات الصخرية في أماكن مختلفة على سطح الأرض من حيث التركيب المعدني والخصائص الفيزيائية للطبقة غير مسافات قريبة أو بعيدة.

- **عرف المضاهاة الصخرية:** هي مطابقة الطبقات الصخرية في أماكن مختلفة على سطح الأرض من حيث التركيب المعدني والخصائص الفيزيائية للطبقة عبر مسافات جغرافية قريبة أو بعيدة.

- **عرف المضاهاة الأحفورية:** هي مطابقة المحتوى الأحفوري للطبقات في أماكن مختلفة على سطح الأرض عبر مسافات جغرافية قريبة أو بعيدة.

كيف يستطيع الجيولوجيون دراسة الطبقات الصخرية أفقياً لمسافات كبيرة؟

عن طريق دراسة التعاقبات الصخرية في أماكن مختلفة ومطابقتها أو مضاهاتها صخرياً أو أحفورياً.

المضاهاة الصخرية:

ما العوامل التي يستند عليها الجيولوجي في المضاهاة الصخرية؟

1- التركيب المعدني:

2- الخصائص الفيزيائية: النسيج، اللون، التراكيب الداخلية.

كيف تتم المضاهاة الصخرية في أرض الميدان؟

1- في الأماكن التي تكشفت فيها الطبقات (منطقة جرف، واد، شاطئ).

2- الآبار الأحفورية.

أي الأماكن أفضل لاستخراج الفحم الحجري؟

عند الشواطئ وعند الوديان.

- **علل:** يعمل الجيولوجيون على المضاهاة بين مجموعة من الطبقات باستخدام المضاهاة بمجموعة من الطبقات ذات ترتيب معين [مضاهاة مجموعة طبقات بمجموعة طبقات أخرى].

وذلك لأنه لا يمكن أن تتكرر بعض الطبقات خلال التعاقب الطبقي.

- **عرف الطبقة المرشدة:** هي طبقة مميزة تستخدم للمقارنة بين عدة طبقات تتميز بالانتشار الأفقي في جميع طبقات المضاهاة وذات خصائص فيزيائية مميزة.

- ما مميزات الطبقة المرشدة؟ [يبحث الجيولوجيون عن طبقة تساعدهم في المضاهاة، ما مميزات تلك الطبقة].

1- تتميز هذه الطبقة بالانتشار الأفقي في جميع مناطق المضاهاة.

2- أن تكون ذات خصائص فيزيائية مميزة.

اذكر نوعين من الطبقات المرشدة التي يستخدمها الجيولوجيون للمضاهاة بها؟

الفحم الحجري، الرمادي البركاني [صعب أن يتكرر].

- **علل:** المضاهاة الصخرية لا تؤدي دائماً إلى نتائج صحيحة في المناطق المتباعدة عن بعضها.

وذلك لأن الترسبات غالباً ما تكون مختلفة إذ تكون قد تأثرت باختلاف ظروف البيئة التي ترسبت فيها، ونتيجة التغير الجانبي للصخور.

المضاهاة الأحفورية:

كيف يمكننا المضاهاة باستخدام الأحافير؟

وذلك عن طريق مقارنة الأحافير الموجودة في طبقات الأرض حيث تميزت كل فترة زمنية من التاريخ بانتشار أنواع معينة من الكائنات، والتي تدلنا على فترة زمنية واحدة تكونت فيها تلك الصخور، وبالتالي يمكن مضاهاتها أحفورياً.

- **علل:** يمكن لطبقتين أن يكون لهما نفس العمر الجيولوجي رغم الاختلاف الشديد في التركيب المعدني أو الخصائص الفيزيائية.

وذلك لأنه يمكن أن يختلف حوض الترسيب الذي ترسبت فيه تلك الصخور في حين أن وجود الأحافير يدل دائماً على تكون الصخور في نفس الفترة الزمنية لأن الكائنات الحية تتميز بالانتشار في عصر من العصور فإن وجدت في تلك الطبقتين نفس الأحافير فهذا يدل على تكونهما في نفس الزمن.

- **عرف الأحافير المرشدة (الدليلة):** هي أحافير ذات أمد زمني قصير وذات انتشار جغرافي واسع.

ما مميزات الأحفورة المرشدة؟

1- لها عمر جيولوجي قصير.

2- ذات انتشار جغرافي واسع.

- **علل:** الأحفورة المرشدة يحب أن تكون ذات عمر جيولوجي قصير.

وذلك لأنها إن كانت ممتدة زماناً عبر العصور فإنها لن ترشدنا إلى عصر من العصور بالذات وبالتالي يصعب المضاهاة بها بين طبقات الأرض.

- **علل:** الأحفورة المرشدة يجب أن تكون ذات انتشار جغرافي واسع.

وذلك لأنها إن كانت ذات انتشار جغرافي محدود فيمكننا المضاهاة بها ضمن مناطق صغيرة أي لا يمكننا المضاهاة بها في المناطق المتباعدة وبالتالي لا يمكننا الاستناد عليها إلا إذا كانت ذات امتداد جغرافي واسع.

الأحفورة المرشدة	العصر الذي تدل عليه
الترايلوبيت	تدل على العصر الكامبري
غرابتوليت	تدل على العصرين الأردوفيشي والسيلوري
الأمونيت	الحقبة المتوسطة

ملحق1

1- إذا أردت أن تضع تاريخاً جيولوجياً لمنطقة ما من خلال صخورها، فما الصفات التي تدرسها في صخور هذه المنطقة؟

أ- التركيب المعدني.

ب- الخصائص الفيزيائية (النسيج، اللون، التراكيب الداخلية).

2- كيف يمكنك تعرف سطح عدم التوافق في التعاقب الزمني للطبقات؟

أ- وجود طبقات أفقية يلاحظ عدم اكتمال مجموعة منها أو حتى غيابها.

ب- طبقات مائلة تعلوها طبقات أفقية.

ج- توضع طبقة رسوبية فوق طبقة نارية أو متحولة.

3- وضح كيف يمكنك استخدام ما يأتي في تحديد أعمار الصخور:

أ- قانون تعاقب الطبقات: الطبقة العليا تكون دوماً أحدث من السفلى ما لم تؤثر قوى على تلك الطبقات تؤدي إلى قلبها.

ب- المضاهاة الصخرية: عن طريق تحديد التركيب المعدني والنسيج الصخري لتلك الطبقات، فمضاهاة الطبقات مع بعضها يمكن معرفة أعمارها نسبياً.

ج- الأحافير الدليلة (المرشدة): كل أحفورة مرشدة تدل على عصر جيولوجي معين فإذا تم التعرف على أحفورة في طبقة فيمكن تحدي عمرها.

4- على ماذا تستدل من المشاهدات الجيولوجية الآتية:

أ- وجود سطح غير مستوى بين مجموعتين من الطبقات: سطح عدم التوافق الحتي (حدوث غياب في الترسيب).

ب- وجود الأمونيت في طبقة صخرية: تدل على عصر الحقبة المتوسطة.

ج- وجود الترايلوبيت في طبقة صخرية: تدل على عصر الكامبري.

د- عدم وجود مجموعات معينة من الأحافير ينتظر وجودها في تعاقب متوافق من الطبقات: أن تكون ذات هيكل تحلل بشكل سريع أو أن هذه الأحافير من الرخويات (لا يوجد دفن سريع).

هـ- وجود طبقات رقيقة متعاقبة: تدل على أنها مناطق بعيدة عن تيارات حمل المواد القابلة للترسيب (صحراوية).

- **علل:** يعد البيروني من أبرز علماء الجيولوجيا في الإسلام.

وذلك لأنه ناقش مواضع اليابسة وتغير المواقع بالنسبة لبعضها البعض في كتابه "تحديد نهايات الأماكن في تصحيح مسافات المساكن" وذكر فيه الأسماك المتحجرة في الطبقات.

- **علل:** تختلف أنسجة الطبقات الرسوبية نوعاً وسمكاً.

وذلك لاختلاف ظروف الترسيب الفيزيائية كاختلاف سرعة مياه النهر الذي يجعل اختلافاً في حجم الحبيبات المترسبة وبالتالي تختلف أنسجة الطبقات باختلاف تلك الحبيبات (شكلاً واستدارة وفرزاً وقطراً).

- **علل:** سطح اللاتوافق مرحلة مفقودة في تاريخ الأرض جيولوجياً.

وذلك لأن الأحافير تدل على الطبقة الموجودة فيها فعند وجود انقطاع في الترسيب فإن المنطقة ترتفع فوق مستوى سطح البحر وبالتالي ينقطع الترسيب وينقطع تكون الأحافير وعند رجوع الترسيب مرة أخرى فإن الزمن الذي مضى بوجود الطبقات تحت سطح الماء قد اختفى جيولوجياً أي فقد زمنه.

- **علل:** المضاهاة الأحفورية أفضل للمسافات البعيدة من المضاهاة الصخرية.

وذلك لأن المضاهاة الصخرية تستند إلى التركيب المعدني والنسيج والتراكيب الداخلية للطبقات الصخرية في حين أنها يمكن أن تختلف في المناطق البعيدة نظراً لتأثرها باختلاف ظروف البيئة التي ترسبت فيها أما المضاهاة الأحفورية فتستند على الكائنات الحية التي انتشرت في عصر من العصور والتي يكون لها عادة انتشار واسع وبالتالي فالمضاهاة بها تكون أفضل.

ملاحظة: 1- الفحم الحجري يعتبر طبقة مرشدة ويمكن المضاهاة بها.

ملاحظة: 2- تعتبر أحفورة الترايلوبيت أحفورة مرشدة للعصر الكامبري.

ملاحظة: 3- أفضل المناطق التي يمكن المضاهاة بها صخرياً هي الشواطئ والوديان.

ملاحظة: 4- اللاتوافق هو توضع صخور رسوبية فوق صخور نارية.

ملاحظة: 5- واضع مبدأ تعاقب الطبقات هو العالم ستينو.

ملاحظة: 6- طريقة التحفر للكائنات الحية نتيجة ترسب المعادن في تجاويفها تسمى التشرب بالمعدن.

ملاحظة: 7- يتم حفظ الحشرات في صمغ النباتات.

الفصل الحادي عشر
تأريخ الأحداث الجيولوجية

ملاحظة:

قدر تاريخ الأرض بحوالي 4600 مليون سنة عن طريق ظاهرة النشاط الإشعاعي لعنصر اليورانيوم.

مبادئ التأريخ النسبي لصخور الأرض:

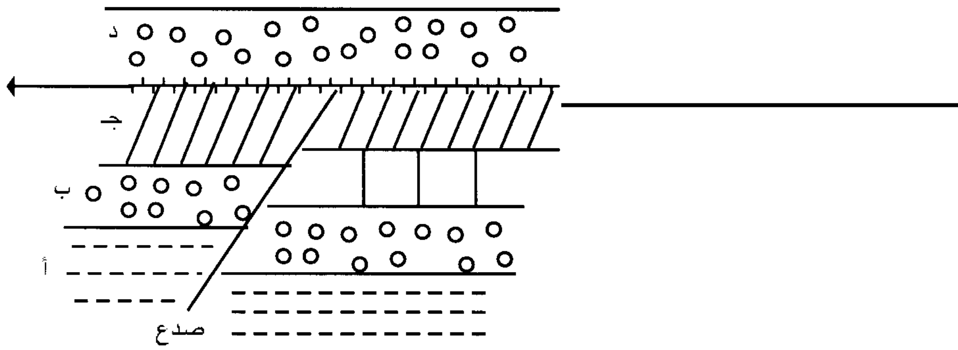
- ما الأسس والمبادئ التي تعتبر أساساً للتأريخ النسبي؟

1- مبدأ تعاقب الطبقات.

2- مبدأ الترسيب الأفقي.

3- مبدأ المضاهاة بين طبقات الأرض.

4- مبدأ الاحتواء "الجسم الصخري الذي يحتوي على قطع من الجسم الآخر لابد أن يكون أحدث من الجسم الذي أخذت منه هذه المحتويات".

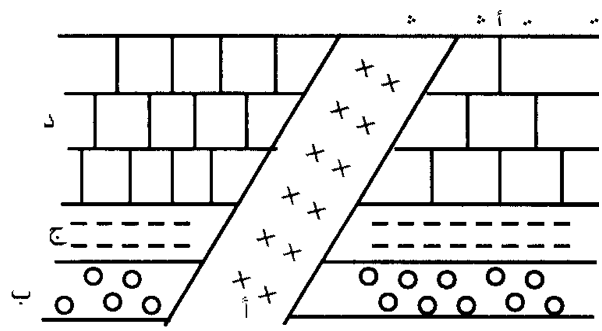


فقاً نارياً.

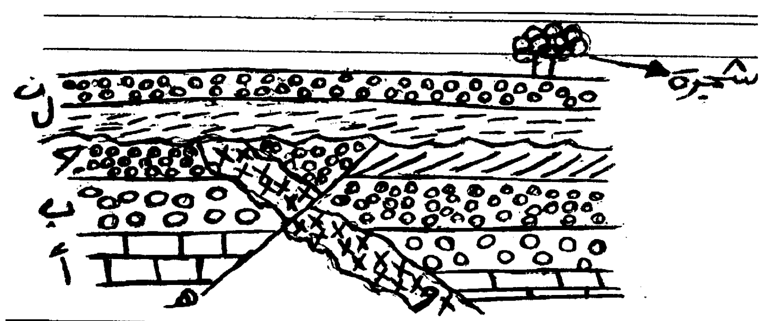
سؤال:

أرخ جيولوجياً الأحداث التي مرت بالمنطقة؟

الجواب:



سؤال:



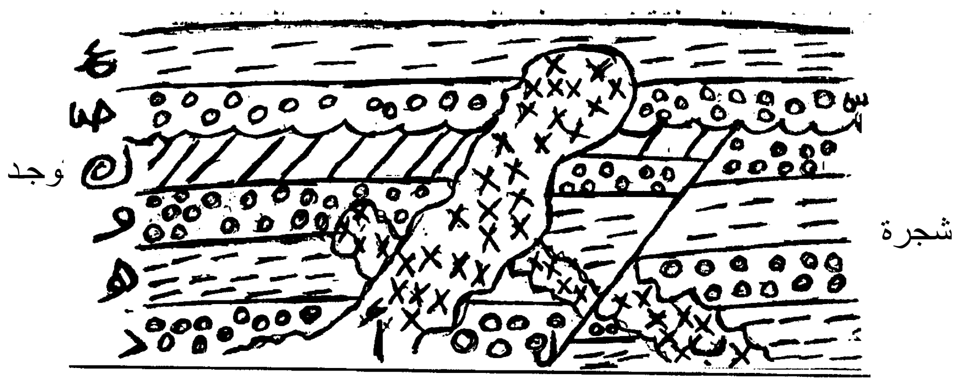
سؤال: أرخ جيولوجياً الأحداث التي مرت بالمنطقة؟

الجواب:

1- ترسبت أ، ب، ج، د.

2- حدث تدفق ناري (القاطع و).

3- حدث صدع في المنطقة (هـ).



سؤال:

أرخ جيولوجياً الأحداث التي مرت بالمنطقة.

الجواب:

1- ترسيب ج ثم د ثم هـ ثم و ثم ك.

2- حدث اندفاع ماغما (قاطع ناري تدفق ناري) ب عبر الطبقات.

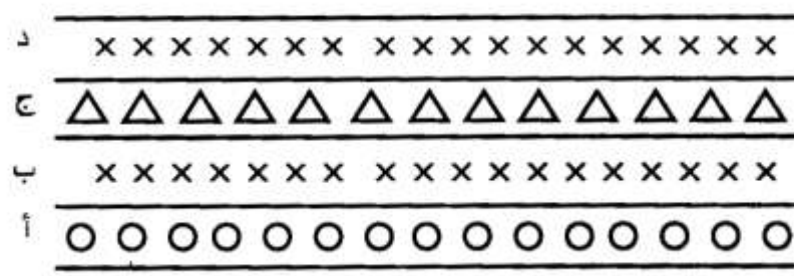
3- حدث صدع في المنطقة ل.

4- حدث حركات أرضية تكتونية عملت على رفع المنطقة فوق سطح البحر وعملت عوامل التعرية على تسوية السطح س.

5- هبطت الطبقات تحت مستوى سطح البحر وترسبت الطبقات ص ثم ع.

6- حدث تدفق ناري أ عبر الطبقات.

طبقة



من الـ

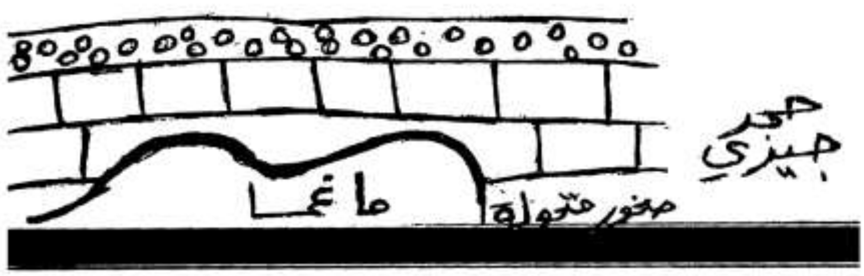
سؤال: رتب جيولوجياً الأحداث التي مرت في المنطقة من الأقدم إلى الأحدث؟

الجواب:

1- ترسبت الطبقات أ.

2- انسياب ناري.

3- ترسبت الطبقة ج.



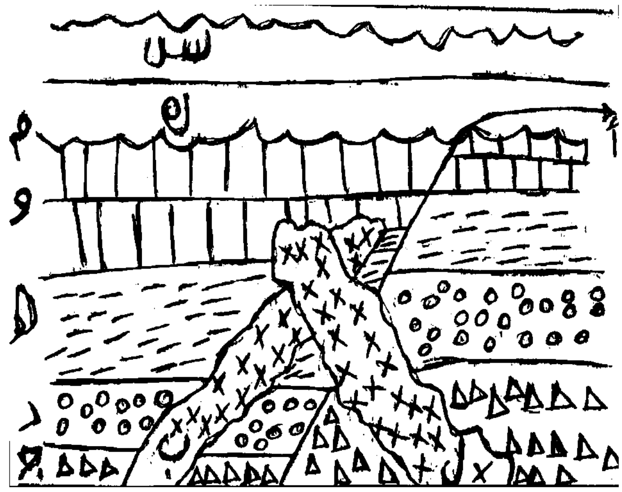
للصخو

ـرارتها العالية فإنه

تؤثر ف

بداخله لتتحول إلى

صخر



سؤال: أرخ جيولوجياً للأحداث التي مرت بالمنطقة؟

1- نلاحظ أن ل فوق إذن ل أحدث أو أقدم.

الجواب:

1- ترسب كل من الطبقات ج ثم د ثم هـ ثم و.

2- حدث تدفق ناري في ب.

3- حدث صدع أ.

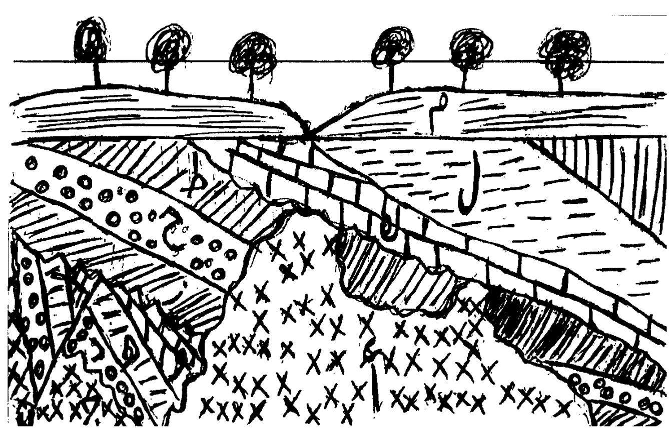
، سطح البحر

وتكوير

، سطح البحر

وترسبا

ح البحر.



دار اليـــازوري العلميـــة

ملاحظة: عدد سطوح عدم التوافق في هذه المنطقة ثلاثة.

سؤال: أرخ جيولوجياً للأحداث التي مرت بالمنطقة؟

الجواب:

ترسبت د، ثم هـ ثم و.

2- ميل الطبقات.

3- الاندفاع الناري.

4- الصدع ن.

5- تعرية.

6- ترسبت ز، ح، ط.

7- اندفاع ناري أ.

8- تعرية.

9- ترسبت ك ثم ل ثم ب.

10- حركات أرضية أدت إلى الميل لكل الطبقات.

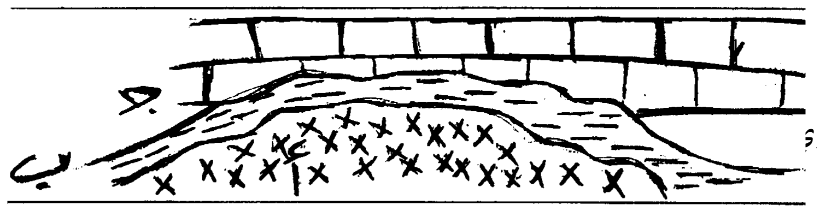
- وضح المقصود بالتحول التماسي (التحول الحراري)؟

هو تغير في تركيب الصخر الرسوبي أو الناري نتيجة ملامسته لماغما مندفعة من داخل الأرض.

ملاحظة: 1- ينتج من تماس الحجر الجيري الكلسي مع الماغما صخراً متحولاً يسمى: "رخام".

ملاحظة: 2- ينتج عن تماس الصخور الرسوبية بالماغما "صخور متحولة".

حول



حرار

سؤال: رتب جيولوجياً الطبقات التالية من الأقدم إلى الأحدث؟

الجواب:

1- ترسبت طبقات من الحجر الجيري.

2- تدفق ناري أ.

3- تكون صخر متحول (رخام) ب.

التأريخ المطلق لصخور الأرض باستخدام النشاط الإشعاعي:

- **عرف التأريخ النسبي:** هو تقدير الأحداث الجيولوجية التي مرت على طبقات الأرض بواسطة ترتيب الطبقات ترتيباً زمنياً من الأقدم إلى الأحدث دون إعطاء عمر محدد لحدث ما.

- **عرف التأريخ المطلق:** إعطاء الصخور أعماراً محددة بواسطة النشاط الإشعاعي للعناصر الموجودة في الصخر.

- **عرف الذرة:** وحدة بناء المواد (عناصر ومركبات).

مكونات الذرة:

1- النواة: تتركب أصلاً من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة.

2- الكترونـات: تـدور فـي مستويات محـددة حـول النـواة (سـالبة الشـحنة) وعددها يساوي عدد البروتونات (لتلك الذرة متعادلة).

ملاحظـة: 1- يسـمى مجمـوع البروتونـات والنيوترونـات بالعـدد الكتلـي للعنصر.

ملاحظـة: 2- يسـمى عـدد البروتونـات أو عـدد الالكترونـات (والـذرة متعادلة) بالعدد الذري للعنصر.

مثال:

$_{6}C^{12}$

العدد الذري للكربون = 6 = عدد البروتونات.

= عدد الالكترونات (والذرة المتعادلة).

العدد الكتلي للكربون = 12.

عدد النيوترونات = العدد الكتلي ـ عدد البروتونات.

= 12 ـ 6 = 6 نيوترونات.

النظائر:

ـ عرف النظير: هي ذرات لنفس العنصر (لها نفس العدد الذري) تختلف في عددها الكتلي.

$_{6}C^{10}$ ، $_{6}C^{11}$ ، $_{6}C^{12}$ ، $_{6}C^{13}$ ، $_{6}C^{14}$

ملاحظة: إذا اختلف العدد الذري للعنصر فهذا يعني اختلاف خصائصه الفيزيائية والكيميائية (أي أننا نتعرف على نوع العنصر عن طريق عدده الذري).

ـ ما الأساس الذي يقوم عليه مبدأ تصنيف العناصر في الجدول الدوري؟

اختلاف العدد الذري بين العناصر.

- ما سبب اختلاف الخصائص الفيزيائية للعنصر نفسه؟

اختلاف عدد النيوترونات في النواة.

- **عرف النظير المستقر (غير المشع):** هو عنصر لا يضمحل تلقائياً ولا يشع طاقة أو جسيمات.

- **عرف النظير غير المستقر (المشع):** عنصر يشع أو يضمحل. عن طريق انبعاث طاقة أو جسيمات لتتحول نواته إلى عنصر آخر أكثر استقراراً.

الباعثات التي تطلقها المواد المشعة:

1- موجات كهرومغناطيسية (أشعة جاما).

2- دقائق الفا: وهي نواة عنصر الهيليوم.

3- دقائق بيتا: وهي الكترونات سالبة.

ملاحظة: ظاهرة النشاط الإشعاعي هي نفسها استخدام عناصر مشعة.

- **عرف النظائر الراديوجينية:** هي النظائر التي يمكن أن تنتج من عملية الاضمحلال للنظائر الأصل (الأم) (^{206}Pb).

- ما استخدامات النشاط الإشعاعي:

1- تحديد أعمار المعادن والصخور.

2- تستخدم في حقول الطب والزراعة والصناعة والبحث العلمي.

- لماذا تستخدم ظاهرة النشاط الإشعاعي لتحديد أعمار الصخور؟

لأن معدل الاضمحلال للعناصر المشعة ثابت لا يتغير ولا يتأثر بالظروف الفيزيائية والكيميائية بالبيئة المحيطة بنواة العنصر المشع ولهذا تستخدم العناصر المشعة في تحديد أعمار الصخور.

أنواع النشاط الإشعاعي:

1- انبعاث جسيمات ألفا من النواة ($^{4}_{2}\alpha$, $^{4}_{2}He$).

$$^{أ}_{ب}X \longrightarrow ^{4}_{2}\alpha + ^{أ-4}_{ب-2}Y$$

ملاحظة: إذا أطلقت نواة عنصر مشع دقيقة ألفا فإنه تنتج نواة جديدة تختلف عن النواة السابقة (لأن النواة الجديدة قل عددها الذري بمقدار 2 ولذلك تحولت إلى نواة جديدة أخرى).

سؤال: أكمل المعادلات التالية:

1- $^{214}_{90}Ra \longrightarrow ^{4}_{2}He +$	**(الجواب** $^{210}_{88}X$ **)**
2- $^{235}_{92}U \rightarrow$ .... + $^{231}_{90}Ra$	**(الجواب** $^{4}_{2}\alpha$ **)**

2- انبعاث جسيمات بيتا ($^{0}_{-1}B$, $^{0}_{-1}e$)

(تنتج نواة جديدة تختلف عن النواة السابقة)

- ما سبب انبعاث الالكترونات من داخل النواة (دقائق بيتا)؟ علل.

وذلك بسبب اضمحلال النيوترونات إلى بروتونات وانطلاق أشعة بيتا منها (الكترونات) فتتحول لنواة عنصر جديد أكثر استقراراً.

سؤال أكمل المعادلات النووية التالية:

1- $^{65}_{29}Cu \rightarrow$ .... +	(الجواب $^{0}_{-1}B$)

$^{65}_{30}Zn$	
2- $^{105}_{44}Ru \rightarrow ^{0}_{-1}B$ + ……..	(الجـــــــواب $^{105}_{45}Rh$)

ملاحظة: عندما تطلق نواة عنصر مشع دقيقة بيتا فإن نواة العنصر الجديد يزداد عددها الذري بمقدار 1.

3- انبعاث أشعة جاما (أشعة كهرومغناطيسية)

$^{0}_{0}\alpha$ $\quad$ $^{أ}_{ب}X \longrightarrow ^{0}_{0}\alpha + ^{أ}_{ب}X$

ملاحظة: أن انبعاث أشعة غاما لا يؤثر ولا يغير من حالة العنصر نهائياً.

ـ **علل:** ينبعث من النواة أشعة غاما مع أنها لا تغير من طبيعة العنصر.

وذلك لأن نواة العنصر المشع عندما تطلق جسيمات ألفا أو بيتا تبقى في حالة غير مستقرة أي أنها تحمل طاقة زائدة عن حاجتها الطبيعية فتتخلص منها عن طريق إشعاعها على هيئة أشعة غاما.

ملاحظة: قانون الكتلة والطاقة محفوظ وفقاً لنظرية النسبية الخاصة.

ـ ما النسبة المئوية للفرق بين الكتل الذرية لأزواج النظائر الآتية:

$(^{2}H\ ,\ ^{1}H) \longleftarrow 1:2 = 50\%$

$(^{18}O\ ,\ ^{16}O) \longrightarrow 16 : 18 = 89\%$

$(^{88}Sr\ ,\ ^{87}Sr) \longrightarrow 87 : 88 = 99\%$

$(^{238}U\ ,\ ^{235}U) \longrightarrow 235 : 238 = 99\%$

4- أسر الالكترون ($^{0}_{-1}e$)

$$^{أ}_{ب}X \longrightarrow\ ^{0}_{-1}e +\ ^{أ}_{ب-1}Y$$

عندما تأسر نواة الكتروناً من خارج نواتها سيبقى العدد الكتلي للنواة الجديدة ثابتاً، ويقل عدده الذري بمقدار (1).

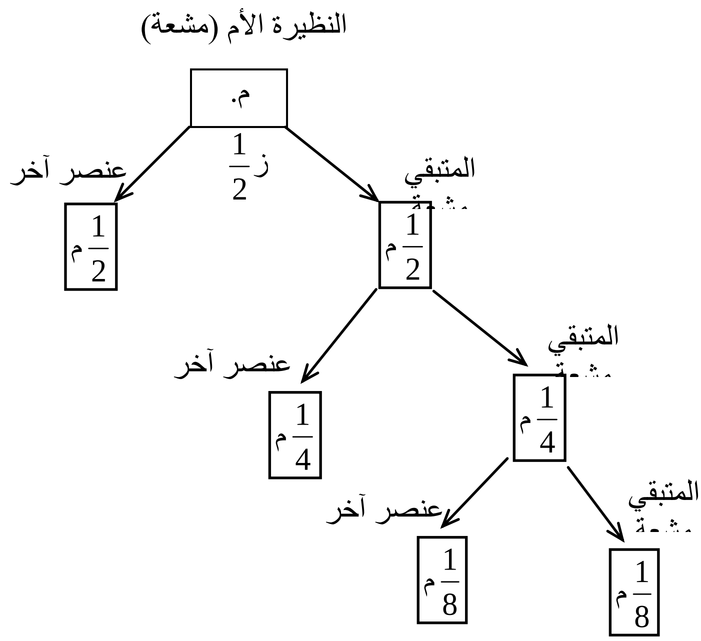
(*) سلسلة الاضمحلال الإشعاعي:

هي تحولات تبدأ من عنصر مشع يضمحل ليتحول إلى عنصر آخر مشع بإطلاق عدد من دقائق ألفا أو بيتا بحيث يستمر هذا التحول حتى نصل إلى عنصر مستقر (يكون عادة الرصاص Pb^{206}).

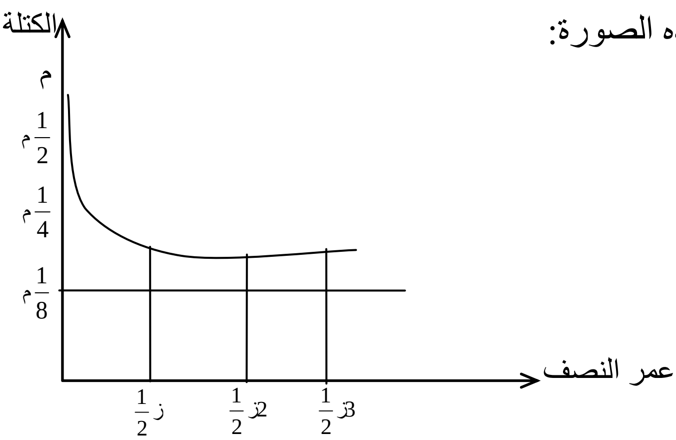
(*) النشاط الإشعاعي وتحديد الزمن الجيولوجي.

- **عرف عمر النصف:** هي الفترة الزمنية اللازمة لاضمحلال نصف ذرات النظيرة المشعة.

ملاحظة: عمر النصف لعنصر ما ونظير ما ثبت لا يتأثر بالظروف الفيزيائية والكيميائية للبيئة المحيطة بنواة العنصر.



وتكون علاقة الاضمحلال للعنصر المشع (أسية) أي ليست خطية وتكون على هذه الصورة:



ملاحظة: يمكن كتابة علاقة الاضمحلال بين الكتلة الوليدة والكتلة الأم على الصورة التالية:

م = م $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

م: كتلة الوليدة

م: كتلة الأم

ن: عدد مرات عمر النصف

مثال:

جُهزت عينة من عنصر مشع عمر النصف له 10 سنوات كتلتها 60غم، احسب:

1- الكتلة المتبقية بعد مضي 30 سنة.

2- الكتلة المنحلة بعد مضي 30 سنة.

3- الزمن اللازم لكي يتبقى 3.75 غ من المادة المشعة.

الحل:

1- الزمن الكلي = عدد فترات عمر النصف × عمر النصف

= ن × ز $\frac{1}{2}$

30 = ن × 10 ← ن = $\frac{30}{10}$ = 3

م = م $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

= 60 × $\left(\frac{1}{2}\right)^{3}$ = 60 × $\frac{1}{8}$ = 7.5 غم.

2- الكتلة المنحلة (الوليدة) = الكتلة الأم – الكتلة المتبقية

مَ = م – م

= 60 – 7.5 = 52.5غم.

3 ـ م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$3.75 = 60 \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} \longleftarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} = \frac{3.75}{60}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{ن} = \frac{1}{16} \longleftarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} = \left(\frac{1}{2}\right)^{4} \longleftarrow ن = 4$

الزمن = ن × ز $\frac{1}{2}$ = 4 × 10 = 40 سنة

- مثال:

بدأ عنصر مشع بالاضمحلال، عمر النصف فه 20 دقيقة فلوحظ أنه بعد مضي ساعة من الزمن تبقى من العينة 6غم دون انحلال، احسب:

1- كتلة الأم للعنصر المشع.

2- الكتلة المنحلة بعد مضي ساعة و 20 دقيقة.

3- الزمن اللازم لكي ينحل $\frac{31}{32}$ من أنوية العنصر المشع.

الحل:

1- ز $\frac{1}{2}$ = 20 دقيقة

ز = 1 ساعة = 60 دقيقة　　　　　　م = 6غم

م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

ز = ن × ز $\frac{1}{2}$

60 = ن × 20 ← ن = $\frac{60}{20}$ = 3

6 = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{3}$ ← 6 = م. $\left(\frac{1}{8}\right)$ ← م. = 6 × 8 = 48غم

2- ن= $\frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عمر النصف}}$

ن = $\frac{80}{20}$ = 4 = 4 م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

= 48 × $\left(\frac{1}{2}\right)^{4}$ = 48 × $\frac{1}{16}$ = 3غم

مَ = م. – م

= 48 – 3 = 45 غم

-3 $\frac{م'}{م.} = \frac{31}{32}$ ⟵ $\frac{م'}{م.} = \frac{1}{32}$

$\frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{5} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ ن= 5

الزمن = عمر النصف × ن

= 20 × 5 = 100 دقيقة

- مثال:

عنصر مشع عمر النصف له 40 مليون سنة، فلوحظ أن ما تبقى من الأنوية المشعة من ذلك العنصر تشكل 8/1 الأنوية من الكتلة الأم، إذا مضى عليها فترة زمنية كافية، احسب الفترة الزمنية التي مضت على تلك العينة.

الحل:

م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ $\frac{م}{م.} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ $\left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ن = 3

الزمن = 3 × 40 = 120 مليون سنة.

ملاحظات:

1- إذا أعطاك الكتلة $\frac{1}{2}$ العينة الكلية ← $\frac{م}{م.} = \frac{1}{2}$

2- إذا أعطاك الكتلة المنحلة 3 أضعاف العينة الكلية ← $\frac{\text{م}}{\text{م}_0} = \frac{1}{4}$

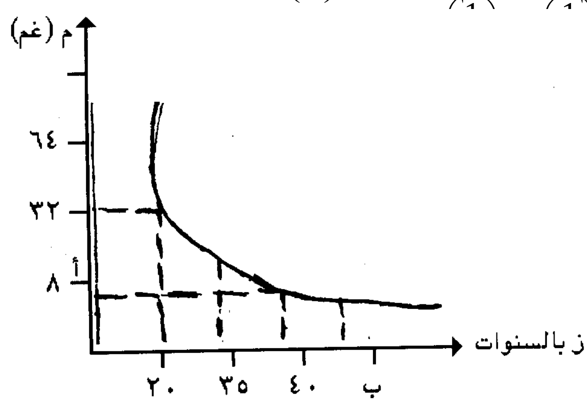
3- إذا أعطاك الكتلة المنحلة 7 أضعاف العينة الكلية ← $\frac{\text{م}}{\text{م}_0} = \frac{1}{8}$ وهكذا

- مثال:

عنصر مشع ينحل إلى عنصر آخر مستقر، عمر النصف للعنصر المشع = 50 سنة، لوحظ أنه بعد مضي فترة زمنية تحول 7 أضعاف ما تبقى من كتلة العنصر المشع إلى عنصر مستقر، احسب الفترة الزمنية التي مضت أثناء التحول.

الحل:

$\frac{\text{م}}{\text{م}_0} = \frac{7}{8}$ ، $\frac{\text{م}}{\text{م}_0} = \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$



1- ز $\frac{1}{2}$ للعنصر المشع.

الحل:

م

ز .

دار اليـــازوري العلميـــة

6 صد

4 فر

2

3 20

ز $\frac{1}{2}$ = 20 سنة

2- احسب أ

الحل:

بعد 40 سنة كم كانت م.

م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{2}$ ⟵ م= 64 × $\frac{1}{4}$ ⟵ م = 16غم، أ = 16غم

3- احسب ب

الحل:

عندما م = 8 ⟵ 8 = 64 $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ $\frac{8}{64} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ $\left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ ⟵ ن= 3

ب= 3 × 20 = 60 سنة

- مثال:

عنصر مشع بدأ التحلل من عينة كتلتها 80 غم وبعد مضي 200 سنة تبقى من تلك العينة كتلة مشعة مقدارها 2.5غم.

احسب:

1- عمر النصف للعنصر المشع.

الحل:

م. = 80 غم، م = 2.5 ، ز = 200 سنة

$م = م. \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} \longrightarrow 2.5 = 80\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\frac{2.5}{80} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} \longrightarrow \frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{5} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} \longrightarrow ن = 5$

$ز = ز_{\frac{1}{2}} \times ن$

$200 = ز_{\frac{1}{2}} \times 5 \qquad ز_{\frac{1}{2}} = \frac{200}{5} = 40$ سنة

2- الكتلة المتحللة إلى عنصر آخر إذا مضى عمرا نصف.

الحل:

$م = م. \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$= 80 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{2} = 80 \times \frac{1}{4} = 20$غم

مَ = م. – م

مَ = 80 – 20 = 60غم

3- الزمن الذي يمضي لكي ينحل 7 أضعاف ما تبقى من العينة.

الحل:

$\frac{م'}{م.} = \frac{7}{8} ، \frac{م'}{م.} = \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{ن} \longrightarrow ن = 3$

دار اليـــازوري العلميــة

ز = ز $\frac{1}{2} \times 3 = 40 \times 3 = 120$ سنة

- **علل:** اليورانيوم والبوتاسيوم لهما فائدة كبيرة في التأريخ الجيولوجي.

الجواب:

ذلك لأن طول عمرهما النصفي يساوي مئات الملايين من السنين وهو يوازي عمر الأحداث الجيولوجية لذلك هما الأصلح لقياس هذه الأحداث.

- **عرف الساعة الإشعاعية:** هي صخور تحتوي على معادن فيها نظيرة مشعة ذات عمر إشعاعي طويل تستخدم لحساب عمر الصخر الموجود فيه.

- ما شروط استخدام الاضمحلال الإشعاعي في تحديد الأعمار المطلقة للصخور؟ [ما الشروط التي يجب تحققها في عنصر مشع لاستخدامه في تحديد الأعمار المطلقة للصخور؟].

الجواب:

1- أن يحتوي الصخر أو المعدن المراد تأريخه على ذرات إحدى النظائر المشعة.

2- أن تكون كميات النظيرة الأم والنظيرة الوليدة قابلة للقياس.

3- أن يكون عمر النصف معروفاً بدقة للعنصر المراد تحليله.

4- عدم وجود أي نظيرة وليدة في الصخر أو المعدن في بداية تبلوره، وفي حالة وجود كمية منه في الصخر، فلابد من توافر الإمكانية لتحديد الكمية الابتدائية لهذه الوليدة.

5- أن تبقى بلورات المعدن قيد الدراسة مغلقة أمام كسب النظيرة الأم أو الوليدة.

(*) الطرق الإشعاعية لتقدير عمر الصخور والمعادن:

1- استخدام طريقة اليورانيوم – الرصاص.

2- استخدام طريقة الكربون 14 المشع (^{14}C)

(*) طريقة (اليورانيوم – الرصاص)

ملاحظة: 1- أنجح الطرق لتحديد أعمار الصخور النارية أو المتحولة هي طريقة اليورانيوم – رصاص.

ملاحظة: 2- أبرز المعادن المستخدمة في طريقة اليورانيوم – رصاص: الزركون.

- علل: معدن الزركون يعد أهم المعادن (البلورات) المستخدمة في طريقة اليورانيوم – رصاص.

وذلك للأسباب التالية:

1- معدن الزركون ذو تركيب بلوري محكم.

2- إمكانية إحلال اليورانيوم محل الزركونيوم، وذلك لتقارب حجمي هذين العنصرين واختلافه مع الرصاص.

3- معدن الزركون يتميز ببنية بلورية قوية تجعله يقاوم عوامل التجوية.

- علل: يعد الزركون من أكثر المعادن احتفاظاً بالنظيرة الأم والوليدة.

لأن معدن الزركون ذو تركيب بلوري محكم، معدن الزركون يتميز ببنية بلورية قوية تجعله يقاوم عوامل التجوية.

طريقة الكربون 14:

- وضح كيف يستخدم الكربون 14 في تحديد أعمار الكائنات الحية التي ماتت (الإنسان) [علل: يعد نظير الكربون 14 ذا فائدة كبيرة لعلماء الآثار].

وذلك لأن نظير الكربون 14 يكون في حالة اتزان للتركيب النظائري طوال حياة النباتات والحيوانات، وعند موتها يختل هذا الاتزان ويضمحل الكربون 14 لإعطاء النيتروجين، ونظراً لقصر عمر النصف لهذا النظير فهو يستخدم لقياس أعمار الكائنات الحية التي ماتت (علم الآثار).

- وضح طريقة تكون الكربون 14 في أجسام الكائنات الحية؟

تتكون هذه الطريقة في الغلاف الجوي نتيجة اصطدام النيوترونات من الأشعة الكونية بنواة ذرة النيتروجين ^{14}N.

$${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$$

ويتفاعل هذا الكربون مع الأكسجين ليتكون ثاني أكسيد الكربون ($^{14}CO^{2}$) الذي يدخل إلى الأنسجة النباتية عن طريق عمليتي البناء الضوئي والامتصاص بواسطة الجذور، ومن ثم إلى الحيوانات التي تتغذى على النباتات.

استعمال التأريخ الإشعاعي في الصخور:

- **علل:** الصخور النارية أسهل الصخور استعمالاً في التأريخ الإشعاعي.

وذلك لأن البلورات المعدنية المشعة تبدأ إشعاعها لحظة نشأة الصخر الناري من الماغما، وبالتالي فإنها تحبس النظيرة الأم داخل البلورة لتبدأ العد داخل المعدن أي أن الساعة الإشعاعية تبدأ العد عند بدء نشأة الصخر وليس عند نشأة الماغما.

- وضح كيف تتم عملية تأريخ الصخور (النارية، والمتحولة) باستخدام النشاط الإشعاعي.

1- النارية: عند بدء تجمد الماغما تنحبس النظيرة الأم داخل الصخر لتبدأ الساعة الإشعاعية بالعد لتعطي الزمن الحقيقي لتشكل الصخر وليس لبدء تكون الماغما لأن المادة المشعة تبقى في الماغما في حالة الصهارة دون أن تشع.

2- المتحولة: حيث أن التأريخ الإشعاعي يؤرخ لعملية التحول وليس لعملية نشأة الصخر لأن النظيرتين الأم والوليدة تصحبان في حالة تمكنهما من الهرب من البلورة أو أن يضاف إليها لذا تبدأ الساعة الإشعاعية بالعد من جديد لتعطي حادثة التحول.

- علل: المادة الإشعاعية للصخر المتحول تبدأ ساعتها لحظة بدء عملية التحول وليس لحظة نشأة الصخر.

لأنه عندما يتعرض الصخر للحرارة العالية يصبح غير مغلق إزاء كسب كل من النظيرتين الأم والوليدة أو فقدها، فقد تهرب النظيرة الوليدة من المعدن الأصيل، أو قد تدخل إليه، وكذلك الأمر بالنسبة للنظيرة الأم. لهذا تبدأ الساعة الإشعاعية بالعد من جديد لتعطي حادثة التحول.

ملاحظة: أفضل اضمحلال إشعاعي مستخدم لعملية تأريخ الصخور المتحولة هو اضمحلال البوتاسيوم إلى آرغون (غاز).

- وضح كيف أن اضمحلال البوتاسيوم إلى آرغون يمثل ساعة إشعاعية للصخر المتحول؟

إن الآرغون غاز وعلى ذلك فإن النظيرة الوليدة تخرج من الصخر على درجات أقل بكثير من درجة الحرارة التي تبلور المعادن عليها عند نشأته،

وبالتالي فعند تجمد الصخر المتحول فسيحبس البوتاسيوم فقط لتبدأ الساعة العد للصخر المتحول وليس للصخر الناري ذاته.

ملاحظة: يفضل في تأريخ الصخور المتحولة إشعاعياً أن تكون النظيرة الوليدة غازاً.

علل: استخدام التأريخ الإشعاعي للصخور الرسوبية الفتاتية صعب الاستعمال [يعطي تقديرات خاطئة].

لأن حبيبات معادنها كانت في الأصل تتبع الصخر الأصلي، وقد جرى عليها عملية حت وتعرية وترسيب، وهذا لا يوقف عمل الساعة الإشعاعية ولكن قد يؤثر في نسبة النظيرة الوليدة الأم، لذا فإن تقدير عمر هذه الحبيبات المعدنية يعطي عمراً أقرب إلى عمر الصخور الأصلي الذي أخذ منه المعدن، وقد يكون مئات ملايين السنين أقدم من الصخر الرسوبي.

- ما الطريقة المستخدمة للتأريخ الإشعاعي للصخور الرسوبية الكيميائية؟

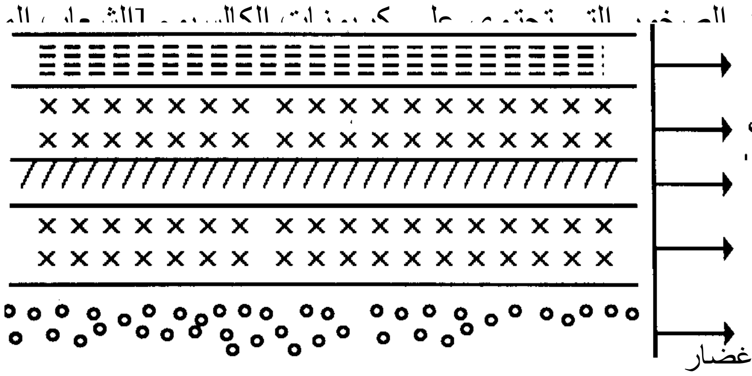
1- الرسوبيات التي تحتوي على معدن الغلوكونيت تستخدم طريقة البوتاسيوم – آرغون.

2- الصخور التي تحتوي على كربونات الكالسيوم [الشعاب المرجانية،

ـر على

الحجر ب

70 ألف أ

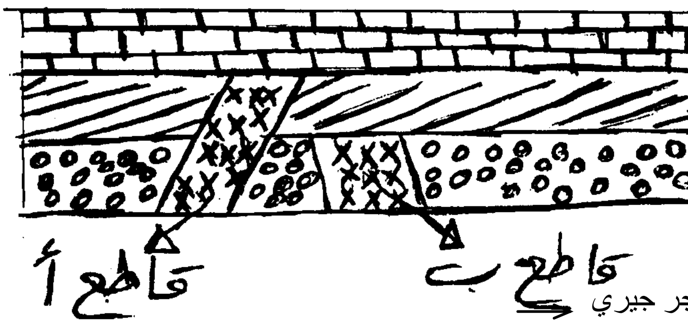


التعليق: وجد أن عمر الصخر البركاني أ يساوى 70 مليون سنة،

والصـ نعرف صخر

الكونغ من 60 مليون

سنة، ف نة.



حجر جيري

التعليق: وجد أن عمر القاطع أ هو 30 مليون سنة، وعمر القاطع ب 35 مليون سنة، من هنا يكون عمر الكونغلوميرات أكبر من 35 مليون سنة، والحجر الرملي أقل من 30 مليون سنة، في حين ينحصر عمر الحجر الرملي بين 30 و 35 مليون سنة.

سؤال:

عينة مشعة كتلتها 80غم تبدأ الانحلال (الاضمحلال) لتعطي وليدة مستقرة وعمر النصف للعينة المشعة $\frac{1}{2}$ مليون سنة، احسب:

1- الكتلة المتبقية من الأم المشعة بعد مضي 2 مليون سنة.

2- كتلة الوليدة بعد مضي مليون سنة.

3- الفترة الزمنية التي تمضي لكي ينتج وليدة كتلتها تعادل 7 أضعاف الكتلة المتبقية من الأم.,

4- الزمن الذي يمضي لكي يتبقى 1.25 غم من الأم الأصلية.

الحل:

الزمن الكلي = ن × ز $\frac{1}{2}$

2 مليون = ن × $\frac{1}{2}$ مليون ← ن = 2 × 2 =4

م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$ ⟵ م = 80 × $\left(\frac{1}{2}\right)^{4}$

= 80 × $\frac{1}{16}$ = $\frac{80}{16}$ = 50غم

2- الزمن الكلي = ن × ز $\frac{1}{2}$

1 مليون = ن × $\frac{1}{2}$ مليون ⟵ ن = 1 × 2 = 2

م = م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$

= 80 × $\left(\frac{1}{2}\right)^{2}$ = 80 × $\frac{1}{4}$ = 20 غم

80 – 20 = 60 غم

3- $\frac{\text{م}'}{\text{م.}} = \frac{7}{8}$ ، $\frac{\text{م}'}{\text{م.}} = \frac{1}{8}$

$\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$ ⟵ $\left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$

الزمن الكلي = ن × ز $\frac{1}{2}$

3 × $\frac{1}{2}$ مليون = 1.5 مليون سنة

4- $\frac{1.25}{80} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$ ⟵ $\frac{1}{64} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$

= $\left(\frac{1}{2}\right)^{6} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\text{ن}}$ ⟵ ن= 6

الزمن الكلي = ن × ز $\frac{1}{2}$

= 6 × $\frac{1}{2}$ مليون = 3 ملايين سنة.

- سؤال:

عنصر مشع عمر النصف له 60 سنة، لوحظ أن بعد مضي 240 سنة تبقى من النظيرة الأم كتلة مقدارها 4غم، احسب:

1- كتلة الأم الأصلية.

2- الكتلة المتبقية بعد مضي 4 فترات من عمر النصف.

الحل:

الزمن الكلي = ن × $\frac{1}{2}$ ز

240 = ن × 60 ⟵ ن= $\frac{240}{60}$ = 4

م= م. $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

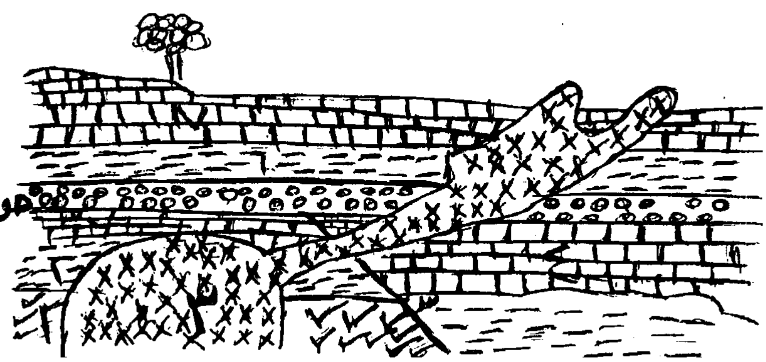
4= م. × $\left(\frac{1}{2}\right)^{6}$ ⟵ 4 = م. × $\frac{1}{16}$

م. = 4 × 16 = 64غم

م = م. ($\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$

بـردت

لأسئلة



وتبلور

التي تل

دار اليـــازوري العلميـــة

أ- ما الصخران الأقدم والأحدث في هذا المقطع؟

الجواب:

الأقدم (1)، والأحدث (3).

ب- أيهما أحدث: سطح عدم التوافق ص أم الصدع س.

الجواب:

ص أحدث من س.

ج- أيهما أقدم الطبقة (5) أم الصدع (س).

الجواب:

س أقدم.

د- رتب الصخور والمعالم الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث؟

الجواب:

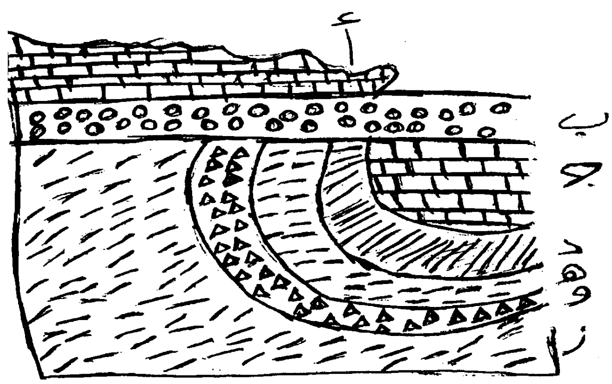
انسياب ناري (1) وترسبت فوقها الطبقة (2)، حدث عدم التوافق فهبطت

المنطقة ... ة (5) ثم (6) ثم (7)

ثم سط ...

ناري جوفي، وسطح

عدم الت ...



أ- أيهما أحدث: الطبقة (و) أم الصخر الناري (ز)؟

الجواب: و

ب- حدد أنواع عدم التوافق؟

الجـواب: توافـق زاوي، توافـق حتـى بعـد (أ)، (ج) و (ب) عـدم توافـق زاوي، بعد (أ) عدم توافق حتي.

ج- رتب الأحداث من الأقدم إلى الأحدث؟

الجواب: حدث تدفق ناري (ز) ثم (و)، (هـ)، (د)، (ج) ثم ارتفعت المنطقة وعدم توافق زاوي وهبطت المنطقة ثم ترسبت (ب) ثم (أ) ثم عدم توافق.

- **سؤال:** أكمل معادلتي الاضمحلال الآتيتين:

1- $^{212}_{82}Pb \rightarrow {}^{212}_{83}Bi + \ldots\ldots\ldots$ (الجـــواب $^{0}_{-1}B$)

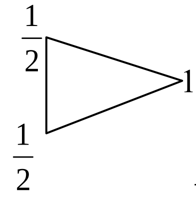
2- $^{212}_{84}Po \rightarrow \ldots\ldots\ldots + {}^{4}_{2}He$ (الجـــواب $^{208}_{82}X$)

- سؤال: ما الفرق بين النظيرة الراديوجينية وغير الراديوجينية؟

الجواب: الراديوجينية تنتج عن أم مشعة، أما غير الراديوجينية لا تنتج عن أم مشعة.

- سؤال: عند اضمحلال نظيرة أم فإنها تعطي النظيرة الوليدة المستقرة، ما عمر النصف لنظيرة ما؟

الجواب:



الجواب: $\frac{1}{2}$

- سؤال: إذا كان لدينا عدد معين من ذرات نظيرة مشعة (م)، فسوف تضمحل هذه النظيرة بمعدل يستند على فترة عمر النصف لها، أجب عما يأتي:

أ- ما عدد الذرات المتبقية من هذه النظيرة بعد مرور (ن) فترة من عمر النصف؟

الحل: $\left(\frac{1}{2}\right)^{ن}$ م

ب- ما عدد الذرات المتبقية من هذه النظيرة بعد مرور (5) فترات من عمر النصف؟

الحل:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{ن} م = \frac{1}{32} م$$

- سؤال: لماذا يفقد الآرغون من المعادن الحاوية عليه بسهولة أكثر من فقد هذا المعدن للبوتاسيوم؟ هل سيؤدي فقد الآرغون إلى الحصول على أعمار أحدث أم أقدم من الواقع؟

الجواب:

لأنه غاز، وسيؤدي إلى الحصول على أعمار أحدث من الواقع لأن Ar سيتطاير وتبدأ الساعة الإشعاعية من جديد.

- سؤال: عند تحليل عينة من معدن الزركون ($ZrSiO_4$) وجد أن نسبة عدد ذرات (^{238}U) إلى عدد ذرات (^{206}Pb) هي 1:3 وإذا كان عمر النصف لليورانيوم (^{238}U) هو (4500) سنة.

أ- جد النسبة بين عدد الذرات اليورانيوم المتبقية وعدد ذرات اليورانيوم الأصلية.

الجواب: 1 : 3.

ب- ما عدد فترات عمر النصف التي انقضت على عينة الزركون.

الجواب:

فترتان 1 : 3 $\frac{1}{4}$ (متبقي)، $\frac{3}{4}$ (وليدة).

جـ- ما عمر عينة الزركون بملايين السنوات؟

الحل:

عمر العينة = 2 × عمر النصف.

= 2 × 4500 مليون سنة.

= 9000 مليون سنة.

دار اليــــازوري العلميــــة

الفصل الثاني عشر
الجيولوجيا التاريخية

ملايـــين السنين	حـيـ ن	صر	حقبة
0.01	حـد يث	باعي	حقبة
1.6	بلــيـ ستوسين		الحياة
5.3	بلــيـ وسين		الحديثة
23.7	ميو سين	لاثي	
36.6	الــيـ جوسين		
57.8	ايـو سين		

دهر الحياة الظاهرية

65	بـــال يوسين		
144	كـر يتاسي		
208	جو راسي		حقبـــة الحيـــاة المتوسطة
245	تــر ياسي		حقبـــة الحيـــاة القديمة
286	بير مي		
360	كـر بوني		
408	دي فوني		
438	ســـ يليوري		
505	ارد وفيشي		
570	كام		

دهر الحياة المستترة

	بري		
ما قبل الكامبري			

الزمن الجيولوجي:

عرف السجل الصخري: هو قراءة تاريخ الأرض الطويل من الطبقات الصخرية.

- **علل:** يهتم علم الجيولوجيا التاريخية بدراسة أعمار الصخور والحوادث الجيولوجية التي مرت بها.

وذلك حتى نستطيع تفسير نشأة الأرض وكيفية بدء الحياة عليها وتطورها ومعرفة أسباب وجود الأرض بشكلها الحالي من جبال ومحيطات وقارات.

بناء السلم الزمني الجيولوجي:

- **عرف سلم الزمن الجيولوجي:** عمود افتراضي طويل يضم أسفله أقدم الصخور وأعلاه أحدثها وسمي هذا العمود الافتراضي الذي يمثل التعاقب الكامل لجميع الصخور الرسوبية من أقدم مكوناتها حتى أحدثها، العمود الجيولوجي الذي يمثل في الوقت نفسه الزمن الجيولوجي، لذلك سمي الزمن الجيولوجي.

ملاحظة: 1- فوق البحر يعني انقطاع الترسيب.

ملاحظة: 2- أن السلم الجيولوجي الحديث قسم بتأريخ مطلق.

- **علل:** لا يوجد منطقة في العالم يوجد فيها تعاقب صخري كامل يدون كل الأحداث الجيولوجية المارة بالأرض.

وذلك لأن منطقة العالم بأكملها تعرضت لفترات كانت تحت مستوى سطح البحر فحدث ترسيب ودونت الأحداث التي مرت بها مرة ومرة أخرى صعدت فوق مستوى سطح البحر فتوقف الترسيب لينقطع السجل التاريخي والجيولوجي لتلك المنطقة وبالتالي تكونت فترات انقطعت فيها الأحداث يستدل عليها عن طريق سطوح عدم التوافق.

- **علل:** إن أعمار الصخور في الأردن يترواح بين الجزء العلوي من ما قبل الكامبري إلى الحديث، ولا يوجد صخور تنتمي إلى ما قبل الكامبري والديفوني والكربوني.

لأن منطقة الأردن كانت فوق مستوى سطح البحر.

- **وضح الأسس التي تم بها تقسيم الزمن الجيولوجي.**

1- الأحداث الجيولوجية التي كان لها تأثير شامل وواسع في القشرة مثل ظهور أنواع من كائنات حية أو انقراضها.

2- طغيان البحر على القارات وانحساره.

- ما هو العصر الأساس الذي بني عليه سلم الزمن الجيولوجي؟ فسر ذلك.

عصر الكامبري: وذلك لأنه يفصل بين الزمن الجيولوجي الذي كانت فيه الحياة البدائية تفتقر إلى الهياكل الصلبة والزمن الجيولوجي الذي ظهرت فيه الكائنات الحية ذات الهياكل الصلبة التي يمكن لها أن تعطي أحافير.

1- دهر الحياة المستترة (دهر ما قبل الكامبري):

- مميزاته

أ- أطول الدهور الجيولوجية.

ب- دلائل الحياة فيه غير واضحة ونادرة، علل. (نتيجة قلة الأحافير التي عثر عليها).

ج- بدأت الحياة في البحار (ظهور كائنات حية بدائية النوى (بكتيريا خضراء مزرقة).

د- ظهور كائنات حقيقية النوى تسمى طحالب خضراء بسيطة.

- علل: زيادة نسبة الأكسجين في الغلاف الجوي في دهر ما قبل الكامبري.

نتيجة ظهور كائنات حية حقيقية النوى هي الطحالب الخضراء البسيطة التي كانت تقوم بعملية البناء الضوئي وينتج عنها الأكسجين.

ملاحظة: ستروماتوليت هو تركيب رسوبي نتج عن الطحالب الخضراء البسيطة يتكون من كربونات الكالسيوم.

ملاحظة: ظهر في نهاية هذا الدهر كائنات معقدة الخلايا ليس لها هيكل صلب (فطريات، ديدان بسيطة) وجدت في استراليا.

صخور ما قبل الكامبري: أغلبها نارية ومتحولة وكميات قليلة من الصخور الرسوبية سميت بالدروع (مثل الدرع العربي النوبي، والدرع البلطيقي).

2- حقبة الحياة القديمة:

- مميزاتها:

أ- تميزت بوفرة الأحافير في صخورها، علل. (وذلك نتيجة ظهور كائنات حية ذات هيكل صلب أو تفرز مواد صلبة كالأصداف والترايلوبيت).

ب- تميزت أيضاً بانتشار واسع للافقاريات (حتى أنها سميت بحقبة اللافقاريات).

الكائنات الحية التي وجدت في حقبة الحياة القديمة

أولاً: الفقاريات:

1- المرجان: ظهر المرجان بنوعيه الأنبوبي والرباعي انتشر في العصر الأوردوفيشي حتى البيرمي.

2- المفصليات: أشهرها الترايلوبيت (كائن حي مقسم إلى 3 أجزاء طويلة وأجزاء عرضية وهي أحافير مرشدة للعصر الكامبري انقرض في نهاية هذه الحقبة (البيرمي).

3- الرخويات: وهي حيوانات محمية بصدفة خارجية لها عدة طوائف، الطوائف هي:

أ- المسرجيات: ظهرت في نهاية العصر الأردوفيشي.

ب- البطن قدميات: ومنها القواقع (ظهرت في العصر الكامبري وظل انتشارها في هذه الحقبة محدودا).

ج- الجلد شوكيات: ظهرت في العصر الكامبري الأسفل، انتشرت بشكل واسع في العصر الكريتاسي ومازالت لغاية اليوم.

د- الرأسقدميات: أشهر أنواعها أحافير النوتيلس الذي لا يزال يعيش لغاية الآن، وكذلك ظهرت أحافير غونياتيت (ظهر في العصر الديفوني وانقرض في العصر البيرمي).

ثانياً: الفقاريات.

1- الأسماك.

أ- أسماك عديمة الفكوك تسمى الاستراكوديرم ظهرت في العصر الأردوفيشي وانقرضت في العصر الديفوني.

ب- أسماك ذات فكوك وزعانف مزدوجة تسمى البلاكوديرم: وهي أسماك ذات حجوم صغيرة تعيش في المياه العذبة (ظهرت في العصر الديفوني).

ج- الأسماك الغضروفية: ظهرت في العصر الكربوني والبيرمي (أسماك تحفرت أسنانها).

د- الأسماك العظمية: أشهر أنواعها سمكة ديبتيروس ظهرت في العصر الديفوني.

2- البرمائيات وأقدم أحافير البرمائيات المعروفة الاكثيوستيغا (ظهرت في أواخر الحقبة البيرمي).

3- الزواحف: ظهرت في نهاية الحقبة البيرمي.

4- النباتات: انتشرت نباتات وعائية لا زهرية في بيئة المستنقعات (نتج عنها الفحم الحجري بعد طمرها).

3- حقبة الحياة المتوسطة: تميزت بالكائنات الحية الأكثر رقياً وتنوعاً.

الكائنات التي وجدت في تلك الحقبة:

أولاً: اللافقاريات:

أ- المرجان ظهر المرجان السداسي في العصر الترياسي واستمر حتى وقتنا الحاضر.

ب- الرأسقدميات: ظهر أنواع جديدة من هذه الكائنات ذات الأصداف الحلزونية القرصية المتماثلة جانبياً تظهر عليها خطوط ملتوية تسمى درزاً:

1- سيراتيت: ظهر وانتشر وانقرض في العصر الترياسي.

2- الأمونيت: ظهر في نهاية العصر الترياسي وانقرض في نهاية العصر الكريتاسي.

3- البلمنيت: ظهر في العصر البيرمي وانقرض في العصر الكريتاسي.

ج- الجوفمعويات: منها المرجان السداسي ومحاريات وقواقع (حلزونيات) انتشرت بشكل واسع في حقبة الحياة المتوسطة.

د- الجليد شوكيات: ظهرت أيضاً بشكل واسع في حقبة الحياة المتوسطة.

ثانياً: الفقاريات:

أ- الزواحف: تميزت بالانتشار في حقبة الحياة المتوسطة، ومنها الديناصورات التي ظهرت بأنواع مختلفة انقرضت جميعها في نهاية الحقبة "كريتاسي" ظهرت أيضاً زواحف صغيرة في منتصف حقبة الحياة المتوسطة "سلاحف وسحالي وأفاعي".

ب- الطيور "عثر على أحفورة طائر ذي الأسنان يسمى أركيوبتركس: ظهر في العصر الجوراسي الأسفل وانقرض في العصر الكريتاسي الأعلى، **ملاحظة:** أركيوبتركس أول طائر وجد له أسنان.

ج- الثدييات: ظهور أنواع بسيطة في حقبة الحياة المتوسطة.

ملاحظة: 1- كلما ازداد تطور الكائن ازداد تعقيد وكثرة الدرز.

ملاحظة: 2- بدايات الحقب (ما قبل الكامبري: أكبر من 570 مليون سنة. القديمة: 570 مليون سنة، المتوسطة: 245 مليون سنة، الحديثة 65 مليون سنة).

4- حقبة الحياة الحديثة:

أ- تقسم إلى عصرين ثلاثي ورباعي.

ب- انتشرت فيها الثدييات بشكل واسع وحلت محل الديناصورات المنقرضة (تطورت وازدهرت أعداداً وحجوماً حتى أنها سميت بحقبة الثدييات).

ج- سادت النباتات الزهرية المغطاة بالبذور.

ملحق:

1- تعلم أن عمر الأرض يعادل 4.6 بليون سنة، وأن ظهور الإنسان الأول كان قبل 3 مليون سنة، افترض أن عمر الأرض يعادل يوماً واحداً، فمنذ كم دقيقة ظهر الإنسان الأول على الأرض؟

الحل:

4600 مليون سنة	60×24
3 مليون سنة	؟ دقيقة

منذ 0.94 دقيقة.

2- ما سبب شح المعلومات لدينا عن زمن ما قبل الكامبري، مقارنة بدهر الحياة الظاهرة؟

لماذا لا توجد طبقة من الفحم الحجري تتبع زمن ما قبل الكامبري؟

الجواب:

شح المعلومات نتيجة ندرة الأحافير حيث أن أغلبها لم يكن له هيكل صلب، ولا توجد طبقة الفحم الحجري لعدم وجود نباتات وعائية لا زهرية في تلك الفترة.

3- علل: عدم وجود صخور تتبع العصر الديفوني في الأردن.

لأن الأردن كان فوق مستوى البحر فلم يترسب أي طبقة تدل على الأحداث التي مرت في العصر الديفوني.

4- علل: عدم وجود صخور الفحم الحجري في بعض البلدان في العالم.

لعدم وجود نباتات وعائية لا زهرية في تلك البلدان أثناء فترة العصر الكربوني.

5- علل: لا توجد أحفورة الترايلوبيت ضمن العصر الجوراسي.

وذلك لأن أحافير الترايلوبيت انقرضت في عصر البيرمي.

6- إذا قدر لك دراسة تعاقب صخري في منطقة ما، وضح كيف يمكنك تحديد موقع هذا التعاقب من الطبقات في سلم الزمن الجيولوجي.

أ- مقارنة الأحافير في تلك الطبقة بالأحافير المرشدة لعصر معين.

ب- دراسة عمر الصخور إشعاعياً.

7- لماذا تعد أحفورة الترايلوبيت مهمة في بداية حقبة الحياة القديمة؟

لأنها انتشرت بشكل واسع جداً في حقبة الحياة القديمة وانقرضت في نهايتها بالتالي أعطت زمن الحياة القديمة كاملاً.

8- قارن الحياة الحيوانية بين حقبة الحياة القديمة وحقبة الحياة المتوسطة من حيث:

وجه المقارنة	حقبة الحياة القديمة	حقبة الحياة المتوسطة
أنواع الحيوانات السائدة	جوفمعويات، جلد شوكيات، رأسقدميات، بعض أنواع الأسماك والزواحف	أسماك أكثر تطوراً، زواحف أكثر رقياً، بعض أنواع الثديات والطيور
الرقي	أقل	أكثر رقياً
التنوع الحيوي	أقل	أكثر تنوعاً حيوياً
وفرة الأحافير	أقل	أكثر أحافير

9- حدد أكبر من حقب دهر الحياة الظاهرة، ما نسبتها في تاريخ الأض؟

أكبر حقبة هي حقبة الحياة القديمة وأكبر عصر الكامبري ونسبتها النصف.

10- حدد أقصر حقبة من الحقب. ما نسبتها في تاريخ الأرض؟

حقبة الحياة الحديثة أقصرها. ونسبتها 15%.

11- ما نسبة زمن ما قبل الكامبري ومن تاريخ الأرض؟

.%80

12- إلى أي حقبة يتبع العصر الجوراسي؟

المتوسطة.

ملاحظة: 1- عاشت سمكة الاستراكوديرم في الفترة الزمنية ما بين العصر الأردوفيشي – الديفوني.

ملاحظة: 2- ظهرت سمكة ديبتيروس في العصر الديفوني.

ملاحظة: 3- تكون هياكل الدياتومات رسوبيات كلسية.

ملاحظة: 4- ظهرت حيوانات رتبة المرجان السداسي في العصر الترياسي حتى يومنا الحاضر.

ملاحظة: 5- يتراوح حجم حبات الرمل بين 2 إلى 16/1 مم.

ملاحظة: 6- الصخور الرسوبية الفتاتية تنشأ من ترسيب نواتج التجوية الكيميائية ونتائج التجوية البيولوجية ونتائج التجوية الميكيانيكية.

ملاحظة: 7- مبدأ النسقية ينص على أن الحاضر مفتاح الماضي.

ملاحظة: 8- حسب مبدأ تعاقب الطبقات تكون الطبقات القديمة في الأسفل والأحدث في الأعلى.

ملاحظة: 9- أحفورة الترايلوبيت من الأحافير المرشدة إلى العصر الكامبري.

ملاحظة: 10- أحفورة الأمونيت ترشدنا إلى العصر الكربوني.

ملاحظة: 11- كان أول ظهور واسع للأحافير منذ 570 مليون سنة.

ملاحظة: 12- يقع العصر الديفوني في حقبة الحياة القديمة.

ملاحظة: 13- ظهرت الأسماك اللافكية في حقبة الحياة القديمة.

ملاحظة: 14- يقع العصر الكريتاسي في حقبة الحياة المتوسطة.

ملاحظة: 15- ظهر طائر أركيوبتركس في حقبة الحياة المتوسطة.

ملاحظة: 16- العصر الرباعي ينقسم إلى الحينين الآتيين البليستوسين والحديث.

ملاحظة: 17- تنقسم حقبة الحياة المتوسطة إلى العصور الترياسي والجوراسي والكريتاسي.

ملاحظة: 18- يقدر العلماء عمر الأرض منذ نشأتها إلى عصرنا الحاضر بنحو 4600 مليون سنة.

ملاحظة: 19- يؤدي انبعاث جسيمات ألفا من نواة عنصر مشع إلى نقص في الكتلة الذرية بمقدار 4 ونقص في العدد الذري بمقدار 2.

ملاحظة: 20- تسمى النظائر الناتجة من عمليات الاضمحلال للنظائر الأم بالنظائر الراديوجينية.

ملاحظة: 21- يتناسب معدل الاضمحلال لنظيرة غير مستقرة طرديا مع درجة الحرارة للصخر الحاوي لهذه النظيرة وعدد ذرات النظيرة عند أي لحظة.

ملاحظة: 22- المعدن الذي يعتبر ممتازاً لقياس عمره بوساطة طريقة (K – Ar) هو الكالسيت.

ملاحظة: 23- يعتبر التأريخ المطلق للأحداث الجيولوجية بوساطة النظائر المشعة على قدر من الأهمية لتحديد أعمار الصخور الرسوبية.

ملاحظة: 24- الجسم الصخري الذي يحتوي على قطع من جسم آخر يكون أحدث من الجسم الذي أخذت منه هذه المحتويات.

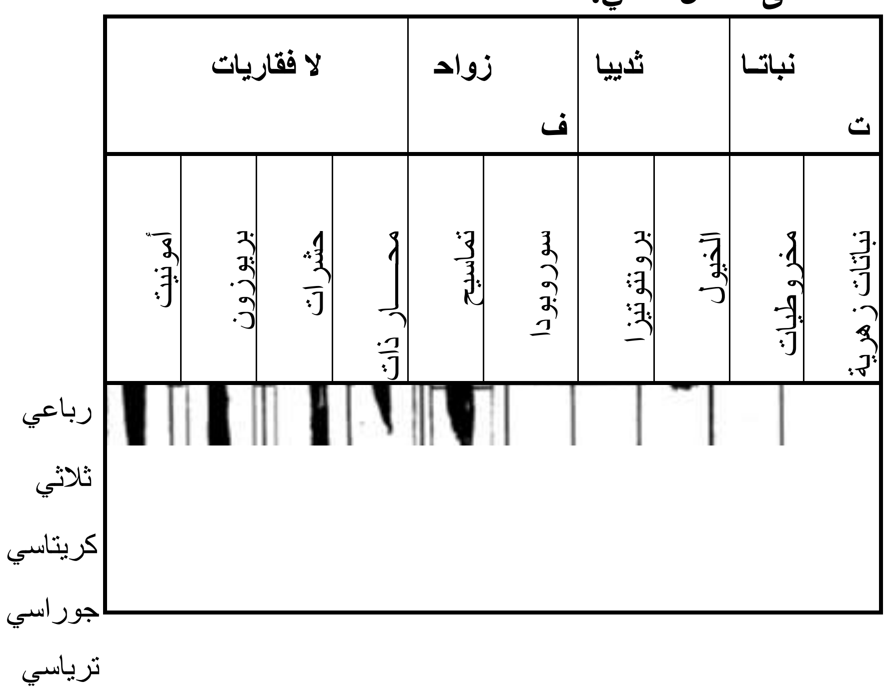
ملاحظة: 25- في تعاقب رسوبي أفقي لم يتعرض لعمليات تكتونية يكون كل طبقة أحدث من التي أسفلها وأقدم من التي تعلوها.

ملاحظة: 26- يمكن للعظام والخشب أن تستخدم في تقدير العمر وذلك لاحتوائها على الكربون 14.

ملاحظة: 27- تتبع سمكة بلاكوديرم الأسماك ذو الفكوك.

ملاحظة: 28- يتم تحفر الخشب بطريقة الإحلال.

أسئلة على الشكل التالي:



1- ما المجموعة ذات التزايد الثابت في وجودها منذ بداية العصر الترياسي؟

الجواب:

مخروطيات، محار ذات مصراعين.

2- ما المجموعات التي انقرضت في نهاية الحقبة المتوسطة؟

الجواب:

أمونيت، سوروبودا.

3- ما المجموعة التي انتشرت بسرعة في العصر الكريتاسي وبقيت مستمرة في وجودها في العصر الثلاثي والرباعي؟

الجواب:

حشرات، نباتات زهرية.

4- ما المجموعة التي عاشت فقط في الحقبة المتوسطة.

الجواب:

مجموعة الأمونيت، سوروبودا.

5- ما المجموعة التي كانت منتشرة بكميات كبيرة في العصر الجوراسي؟ ومازالت تعيش حالياً؟

الجواب:

بريوزون.

6- ما المجموعة التي تمثل أفضل أحفورة مرشدة وفقاً للشكل؟

الجواب:

هي ذات عمر ثابت وانتشار واسع وهي أمونيت، سوربورا، برونتوثيرا.

7- مقارنة بانتشار الحشرات في عصرنا الحاضر، كيف كان انتشارها في العصر الجوراسي؟

الجواب:

نصف ما هو موجود الآن.

الباب الخامس

بنية الأرض والتراكيب الجيولوجية

الفصل الثالث عشر
بنية الأرض

الأسس العلمية في تعرف بنية الأرض:

- اذكر الطرق العلمية في تعرف بنية الأرض؟

أ) طرائق جيوكيميائية

وتشمل:

1- معرفة تركيب الصخور المعدني والكيميائي.

2- تحليل النيازك التي تسقط على الأرض.

ب) طرائق جيوفيزيائية:

وأبرزها الطرق الزلزالية.

- ما هي الطرق الجيوكيميائية المستخدمة لمعرفة تركيب الأرض المعدني والكيميائي؟

1- معرفة التركيب المعدني والكيميائي عن طريق قطع المحتبسات التي توجد بين طبقات القشرة الأرضية نتيجة اندفاعها من الستار، ومن أمثلتها صخور البيرودوتيت.

2- تحليل النيازك التي تسقط على سطح الأرض والتي يقول العلماء أن مكوناتها تشبه مكونات باطن الأرض استناداً على الفرضية السديمية.

- **عرف المحتبسات مع ذكر مثال**: هي قطع من الصخور المشتقة من طبقات القشرة الأرضية وأعلى الستار وحتى عمق لا يتجاوز 150كم، حملتها الماغما واندفعت بها إلى سطح الأرض، ومثالها صخور البيرودوتيت.

- **علل**: تحليل النيازك يعطينا فكرة عن مكونات باطن الأرض.

وذلك استناداً على الفرضية السديمية التي تقوم بأن النيازك والأرض لهما المنشأ نفسه.

- هل تعطي نتائج الطرق الجيوكيميائية فكرة عن بنية الأرض الداخلية؟

لا، لا تعطينا فكرة عن وجود أنطقة وحدود لتلك الأنطقة لكنها تعطينا فكرة عن التركيب المعدني والكيميائي لباطن الأرض.

ملاحظة: 1- البيرودوتيت هي صخور محتبسة في صخور البازلت احتبست على أعماق أكثر من 100كم.

ملاحظة: 2- سرعة الموجة الزلزالية في الطبقة الواحدة تتناسب طردياً مع العمق.

ملاحظة: 3- من الحقائق المعروفة عن الموجات الزلزالية (الأولية P والثانوية S والسطحية] ما يلي:

أ- تستند سرعتها على كثافة الوسط الذي تخترقه وعلى مرونته.

ب- تنتقل الموجة الزلزالية في جميع الاتجاهات.

ج- تزداد سرعة الموجة الزلزالية خلال الطبقة الواحدة بازدياد العمق.

د- تسير الموجات الأولية في جميع الأوساط المادية، في حين لا تنتقل الموجات الثانوية عبر الوسائل والغازات.

هـ- تنتقل الموجات الأولية بسرعة أكبر من الموجات الثانوية.

و- عند اختراق الموجات الزلزالية طبقتين من وسطين مختلفين، فإنها تعاني انكساراً وانعكاساً.

- ما أبرز الطرائق الجيوفيزيائية المستخدمة لتحديد بنية الأرض؟

الطرائق الزلزالية.

ما الذي يستخدمه العلماء في الطرائق الزلزالية لمعرفة بنية الأرض؟

1- تحليل سرعة الموجات الزلزالية.

2- أزمنة وصولها.

3- تتبع مساراتها في الأنطقة التي تمر عبرها.

ما أنواع الموجات الزلزالية؟

1- موجات زلزالية أولية P.

2- موجات زلزالية ثانوية S.

3- موجات زلزالية سطحية.

- قارن بين الموجات الزلزالية الأولية والثانوية من حيث:

وجه المقارنة	الموجات الزلزالية الأولية	الموجات الزلزالية الثانوية

الأوساط التي تنتشر فيها	جميع الأوساط المادية	فقط في الأوساط الصلبة (لا تنتقل في الغازات والسوائل)
السرعة	أكبر	أقل
التدمير	أقل	أكبر

اكتشاف انقطاع موهو:

- وضح كيف تم اكتشاف موهو؟

لاحظ العالم موهو في أثناء الفحص الدقيق أن أجهزة رصد الزلازل (السيزموغراف) القريبة قد سجلت موجات أولية وثانوية بطيئة الانتقال أما الأجهزة البعيدة عن موقع الزلزال فقد سجلت موجات أولية وثانوية أكثر سرعة. نلاحظ أنه على المسافة القريبة كانت الموجات المباشرة (الأبطأ) قد وصلت قبل الموجات المنكسرة في حين أن المسافة البعيدة وصلت الموجات المنكسرة قبل المباشرة مع اختلاف المسافة، نستدل أن الموجات الزلزالية قد مرت في نطاقين، نطاق ذي سرعة أكبر، ونطاق ذي سرعة أقل وأن هذا النطاق له خصائص طبيعية تزداد عنده سرعة الموجات الزلزالية.

- **عرف انقطاع موهو (حد عدم الاستمرارية):** هو الحد الفاصل بين القشرة الأرضية والستار.

- **عرف نطاق غوتنبرغ (انقطاع غوتنبرغ):** هو حد يفصل بين الستار واللب.

اذكر أنطقة الأرض الرئيسية؟

1- القشرة الأرضية.

2- الستار.

3- اللب.

- **علل**: وجود نطاقات مميزة للأرض.

وذلك نتيجة اختلاف الخصائص الفيزيائية للأنطقة في الأرض مع أن لها نفس التركيب الكيميائي.

- **علل**: اختلاف الخصائص الفيزيائية للأنطقة في الأرض مع أن لها نفس التركيب الكيميائي.

لأن المعدن له خصائص فيزيائية مختلفة عند ارتفاع الضغط ودرجة الحرارة مع العمق.

[فتبارك الخالق العظيم].

أنطقة الأرض الرئيسية:

1- القشرة الأرضية:

هو نطاق يمثل الجزء الخارجي الصلب للأرض سمكها تحت القارات يقارب 35كم وتحت المحيطات 7كم.

- وضح كيف تم التعرف على صخور القشرة الأرضية؟

عن طريق الدراسات الزلزالية للقشرة الأرضية ومقارنة سرعة الموجات الزلزالية عند مرورها في الصخور النارية.

- ما سرعة الموجات الزلزالية الأولية p في الصخور التالية:

الغرانيت: 6كم/ث.

الغابرو: 7كم/ث

البيرودوتيت: 8كم/ث

- ما مكونات صخور القشرة الأرضية؟

نارية، متحولة، رسوبية.

- ما هي مكونات صخور الغرانيت؟

سليكات الألمنيوم والبوتاسيوم والصوديوم.

ملاحظة: 1- يعتبر صخر الغابرو من الصخور المتحولة.

ملاحظة: 2- إن متوسط كثافة صخور القشرة القارية 2.7غم/سم^3.

ملاحظة: 3- تتكون صخور القشرة القارية بشكل رئيسي من صخور الغرانيت.

ملاحظة: 4- القشرة المحيطية تتكون أساساً من صخر البازلت.

ملاحظة: 5- يتكون البازلت أساساً من (سيليكات الحديد والمغنيسيوم).

ملاحظة: 6- أن متوسط كثافة صخور القشرة الأرضية المحيطية 3غ/سم.

مقارنة:

وجه المقارنة	القشرة القارية	القشرة المحيطية
متوسط الكثافة	2.7غم/سم^3	3غم/سم^3
متوسط السمك	35كم	7كم
المكونات (التركيب المعدني)	غرانيت (سيليكات الألمنيوم والصوديوم	بازلت (سليكات الحديد والمغنيسيوم)

	والبوتاسيوم)	

2- الستار:

هو نطاق صخري يبلغ سمكه 2850كم من قاع القشرة حتى حدود اللب الخارجي.

- ما هما نطاقا الستار؟ وعلى أي أساس قسما؟

يتكون من نطاقين هما:

أ) الستار العلوي.

ب) الستار السفلي.

قسما على أساس الخصائص الفيزيائية لطبيعة الوسط من خلال تحليل سرعة الموجات الزلزالية الأولية P والثانوية S.

ملاحظة: 1- إذا تغيرت الموجات الزلزالية الأولية والثانوية وغيرت مسارها مع العمق بشكل متدرج فإننا نكون ضمن نطاق واحد.

ملاحظة: 2- إذا تغيرت سرعة الموجات الزرلزلية P، S تغيراً مفاجئاً بالنسبة لنا فإننا نكون قد انتقلنا من نطاق إلى نطاق آخر ومكان التغير الفجائي بالنسبة لنا يدل على الحد الفاصل بين الأنطقة.

ملاحظات حول سرعة الموجات الزلزالية (P، S) بدءاً من سطح الأرض وحتى لبها:

1- زيادة تدريجية بدءاً من سطح الأرض وحتى انقطاع موهو (القشرة الأرضية).

2- زيادة مفاجئة بالنسبة لنا عند انقطاع موهو.

3- زيادة تدريجية حتى عمق 100كم (**علل**) وذلك لأن العلماء استطاعوا معرفة هذا الجزء حيث اعتبروا أن هذا الجزء هو الجزء العلوي من الستار، ويشبه القشرة الأرضية من حيث الصلابة يسمى بالغلاف الصخري ويتصف بأنه بارد نسبياً وهش ومتوسط عمقه 100كم.

4- انخفاض مفاجئ بالنسبة لنا في سرعة الموجات من عمق 100كم وحتى 250كم.

5- زيادة تدريجية في سرعة الموجات الزلزالية من عمق 250كم حتى عمق 700كم، تسمى هذه المنطقة بالغلاف المائع (هي المنطقة المحصورة بين أسفل نطاق السرعة المنخفضة وحتى بداية صخور الستار المنصهرة تحتوي على صخور لدنة).

6- زيادة مفاجئة بالنسبة لنا في سرعة الموجات S, P ثم تدريجية حتى عمق 2885كم. حيث تنعدم الموجات الثانوية S بدءاً من ذلك العمق.

ملاحظة: تتميز صخور الستار في الجزء العلوي منه بأنها تتكون من صخور فوق قاعدية تشبه صخور البيرودوتيت (مقارنة بسرعة الموجات الزلزلية في النيازك الصخرية).

- **عرف الغلاف المائع:** طبقة لدنة تقع أسفل الغلاف الصخري وسمكها بين 100كم إلى 700كم.

- **عرف الغلاف الصخري:** غلاف يمتد من نهاية انقطاع موهو وحتى عمق 100كم يشبه في خصائصه القشرة الأرضية من حيث الصلابة يتميز بأنها بارد وهش.

- **عرف نطاق السرعة المنخفضة**: هي المنطقة المحصورة من عمق 100كم وحتى 250كم والتي تنخفض عند أعلاها سرعة الموجات وتستمر بها بشكل تدريجي.

- **علل**: تنخفض السرعة فجائياً بالنسبة لنا عند عمق 100كم ثم تستمر تدريجياً حتى 250كم.

وذلك نتيجة وجود صخور منصهرة جزئياً في جيوب محصورة لا يزيد مقدارها على 10% من حجم المنطقة.

اللب الخارجي:

ويبلغ سمكه 2270 ويتميز بأنه سائل (نتيجة انعدام الموجات الثانوية عند عمق 2885كم).

ملاحظة: اللب الخارجي سائل واللب الداخلي صلب.

- **علل**: تنعدم الموجات الزلزالية الثانوية عند عمق 2885كم.

بما أن الموجات الثانوية لا تنتقل إلا عبر الأجسام الصلبة وحيث أن اللب الخارجي سائل فإن الموجات الثانوية لا تمر فيه وبالتالي تنعدم عند ذلك العمق الذي يبدأ عنده اللب الخارجي للأرض.

اللب الداخلي:

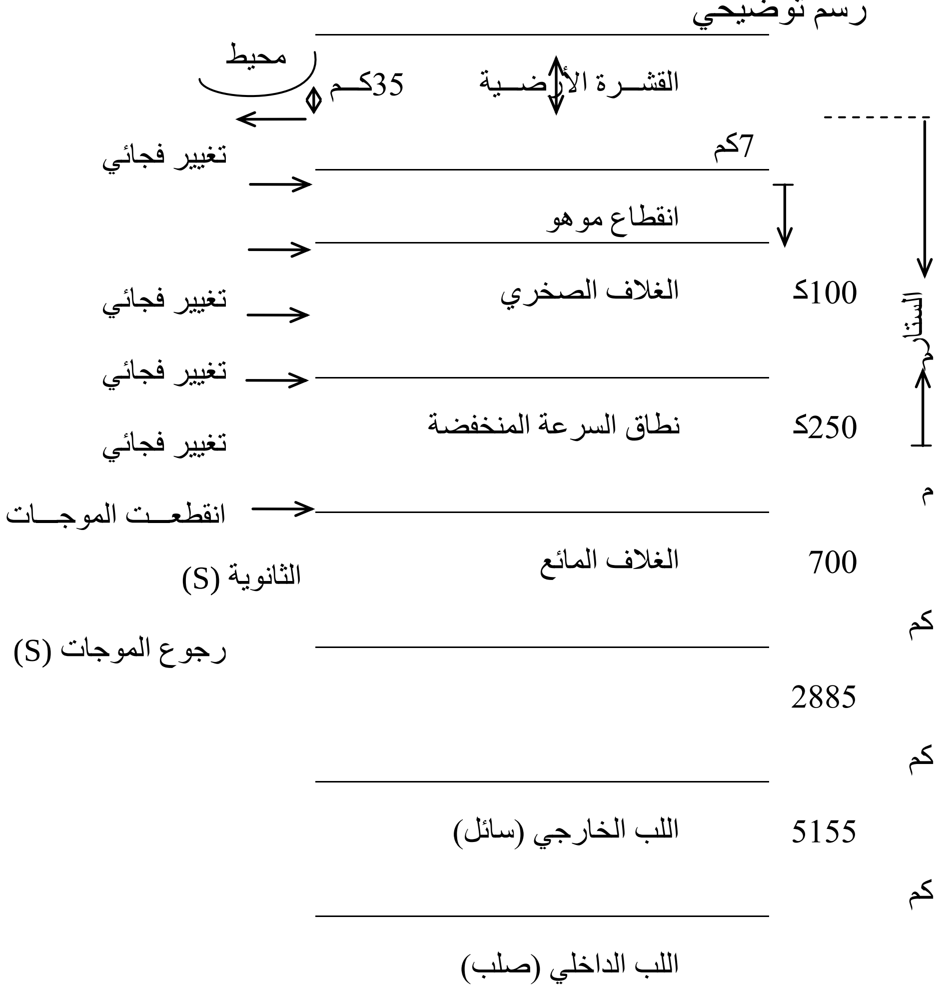
سمكه 1216كم يتميز بأنه صلب ويتكون من خليط من فلزي الحديد والنيكل.

- ما مزايا صخور الغلاف المائع:

1- صخور لدنه.

2- لها قدرة على الانسياب.

رسم توضيحي



- **علل**: ظهور الموجات الزلزالية الثانية بدءاً من عمق 5200كم (بدءاً من اللب الداخلي للأرض).

وذلك لأن اللب الداخلي للأرض صلب فالموجات الأولية التي تنتشر في اللب الداخلي ينتج عنها موجات ثانوية تنتشر في لب الأرض.

- **علل**: لب الأرض الخارجي سائل والداخلي صلب.

وذلك لأن الموجات الزلزالية الثانوية لا تمر إلا في المواد الصلبة وحيث أنها انعدمت على عمق 2885كم وظهورها مرة أخرى في اللب الداخلي للأرض فإن هذا يعني اللب الخارجي للأرض سائل والداخلي صلب.

- **علل**: صلابة لب الأرض الداخلي وسيولة اللب الخارجي مع أن درجة حرارة الداخلية أعلى من الخارجي.

وذلك لأن اللب الداخلي للأرض من عناصر ثقيلة هي الحديد والنيكل في حين أن اللب الخارجي يتكون من العناصر الخفيفة التي تنصهر عند درجات حرارة منخفضة.

- ما فائدة (أهمية) لب الأرض؟

إن لب الأرض ينتج عنه توليد المجال المغناطيسي للأرض إذ ينتج المجال عن التيارات الكهربائية الناشئة من تيارات الحمل في اللب الخارجي للأرض.

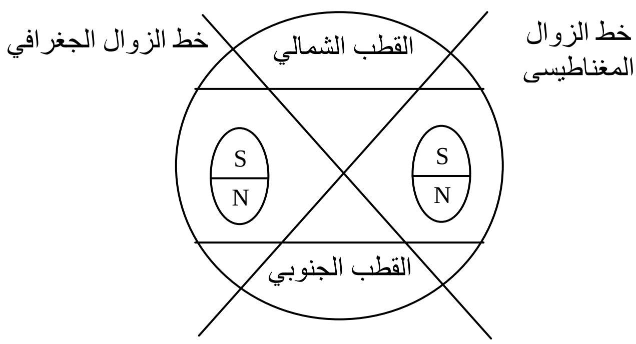
- وضح كيف عرف العلماء أن لب الأرض يتكون من فلزي الحديد والنيكل.

بمقارنة سرعة الموجات الزلزالية في اللب بسرعة الموجات الزلزالية في النيازك الفلزية المكونة من الحديد والنيكل فوجد أنهما متطابقتان.

المغناطيسية الأرضية والمغناطيسية القديمة:

دار **اليـــازوري** العلميـــة

- **علل**: تنحرف الإبرة المغناطيسية حرة التعليق إلى قطبي الأرض الشمالي والجنوبي. وذلك لأن الأرض تكون وكأنها مغناطيس كبير قطبه الجنوبي يتجه إلى شمال الأرض، وقطبه الشمالي يتجه إلى جنوب الأرض وبالتالي تنجذب الإبرة مع الأقطاب المخالفة لها فتتجه كما في الشكل:



- وضح ماذا يحدث إذا وضعت إبرة بالقرب من قطعة حديدية أو مغناطيسية؟

ستنحرف الإبرة باتجاه محصلة المجال المغناطيسي والمجال المغناطيسي للمعادن المغناطيسية.

- **عرف درجة حرارة كوري:** هي الدرجة التي تفقد فوقها المعادن المغناطيسية خاصيتها المغناطيسية بحيث تتمغنط مرة أخرى إذا انخفضت دون هذه الدرجة.

- وضح المقصود بالظاهرة المغناطيسية القديمة [كيف عرف العلماء ظاهرة المغناطيسية القديمة؟].

عندما تندفع الماغما من باطن الأرض حاملة معها معادن مغناطيسية فإنها تكون عند درجة تعادل درجة كوري وعندما تبدأ بالتبلور فإنها تتمغنط باتجاه مواز للمجال المغناطيسي الأرضي في ذلك الوقت وعندما تتصلب الماغما فإنها تحتفظ باتجاه المجال المغناطيسي للأرض وقت تكنها فتعمل كإبرة مغناطيسية تدل على الأقطاب المغناطيسية للأرض قديماً.

- وضح أهمية الدراسات المغناطيسية القديمة؟

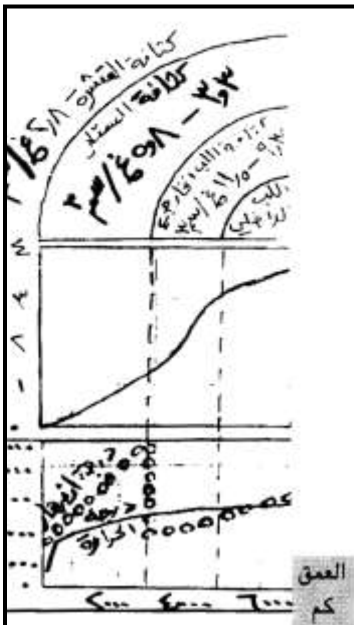
تساعد على معرفة الموقع الذي تكون فيه الصخر أي يمكننا معرفة موقع القطبين المغناطيسيين للأرض قبل ملايين السنين أي تعمل كبوصلة أحفورية.

- **عرف خط الزوال المغناطيسي**: هو الخط الفاصل بين قطبي المغناطيس الأرضي الشمالي والجنوبي.

- **عرف خط الزوال الجغرافي**: هو الخط الواصل بين قطبي الأرض الجغرافيين.

- **عرف الانحراف المغناطيسي:** هي الزاوية المحصورة بين خط الزوال المغناطيسي وخط الزوال الجغرافي للأرض في مكان ما والاتجاه الأفقي في تلك المنطقة.

ملحق:



1- صف تغير درجة الحرارة والضغط مع العمق؟ الجواب: تزداد الحرارة مع العمق كما أن الضغط يزداد أيضاً مع العمق نتيجة زيادة الكثافة.

2- علل: التغير المفاجئ بالنسبة لميل منحنى درجة الحرارة؟ الجواب: لأننا في منطقة الغلاف المائع الذي يحتوي على صخور لدنه وهشة وباردة فتنخفض درجة الحرارة.

3- حدد أي الطبقات يحصل فيها انصهار المادة؟ الجواب: اللب الخارجي الجزء السفلي من الستار.

4- ما القيمة التقريبية للضغط عند الحد الفاصل بين اللب الخارجي والستار، وعند الحد الفاصل بين اللب الخارجي واللب الداخلي؟ الجواب: 1.3 مليون ضغط جو بين اللب الخارجي والستار و 3.2 مليون ضغط جو بين اللب الداخلي واللب الخارجي.

5- ماذا يحصل لنقطة الانصهار لمادة الستار بازدياد العمق؟ علل: الجواب: تنخفض درجة الانصهار نتيجة زيادة الضغط الكبير عليها.

وضح وضع إبرة مغناطيسية قابلة للدوران في المستوى الأفقي والعمودي:

أ- عند خط الاستواء: تكون زاوية الميل المغناطيسي صفراً.

ب- عند وضعها شمال الأرض: تنحرف بزاوية بين صفر و 90 درجة (والميل للقطب الشمالي).

ج- عند وضعها في القطب الشمالي: تكون زاوية الميل 9 درجة (والقطب الشمالي للأسفل).

د- عند وضعها جنوب الأرض: تكون زاوية الميل بين صفر و 90 درجة (والميل للقطب الجنوبي).

هـ- عند وضعها في القطب الجنوبي: تكون زاوية الميل 90 درجة (والقطب الجنوبي للأسفل).

ملحق:

1- ما عدد طبقات الأرض الرئيسية؟

قشرة (قارية 35كم، محيطية 7كم)، ستار (2850كم)، لب (3486كم).

2- كيف تفسر التغير المفاجئ بالنسبة لنا في السرعة بين نطاق وآخر؟

اختلاف الخصائص الفيزيائية نتيجة تغير الكثافة عند الانتقال من نطاق إلى آخر.

3- ما علاقة سرعة الموجات الزلزالية بكثافة الصخر؟ ما العامل الآخر (غير كثافة الصخر) الذي له دخل في سرعة الموجات الزلزالية؟

تزداد سرعة الموجات الزلزالية بزيادة الكثافة (طردي). والعامل الآخر التركيب الكيميائي للصخر وكذلك حالة المادة من حيث السيولة والغازية.

4- استناداً إلى تغير سرعة الموجات الزلزالية، صف تغير كثافة الستار مع زيادة العمق؟

تزداد الكثافة بزيادة العمق (نتيجة الزيادة التدريجية في سرعة الموجات الزلزالية).

5- إذا علمت أن كثافة اللب الخارجي أكثر من كثافة الستار السفلي، بينما سرعة الموجات الزلزالية في اللب الخارجي أقل، فكيف تفسر ذلك؟

وذلك لأن اللب الخارجي للأرض في حالة سائلة بينما الستار في حالة لدنة وهذا يجعل سرعة الموجات الزلزالية في اللب الخارجي أقل منها في الستار.

جدول ملخص:

الكائنات	العصر	الحقبة
نباتات زهرية مغطاة البذور، ازدادت الثدييات		حديثة (حقبة الثدييات)
زواحف ديناصورات (انقرضت في نهاية الحقبة المتوسطة) وفي نهاية الحقبة المتوسطة ازداد عدد الثدييات في جميع البيئات	كريتاسي	المتوسطة
أركيوبتركس، ظهر الأمونيت في نهاية الجوراسي	جوراسي	

الكائنات	العصر	الحقبة
المرجان السداسي، سيراتيت	ترياسـ ي	
بلمنيـت، فــي أواخــر حقبــة الحيــاة القديمة ظهر الأكثيوستيغا، وفي نهايـة حقبـة الحيـاة القديمـة ظهـرت الزواحـف. ظهـرت الترايلوبيـت فـي بدايـة حقبـة الحيـاة القديمـة وانقرضت في نهايتها	بيرمي	
أســـماك غضــــروفية، نباتـــات لا زهرية نتج عن طمرها الفحم الحجري	كربــو ني	القديمـــــة (حقبــــة اللافقاريات)
غونياتيت، بلاكوديرم (أسماك ذات فكوك)، أسماك عظمية (ديبتيروس)	ديفــو ن ي	
لا يوجد كائنات	سيلور ي	
المرجـــان الأنبـــوني والربـــاعي، ظهـرت المسـرجيات فــي نهايــة العصــر الأردوفيشـــي، نـــوتيلس، الاســـتراكوديوم (أسماك عديمة الفكوك)	اردوف يشي	
ترايلوبيــت، بطــن قــدميات، جلــد	كــامبر	

الكائنات	العصر	الحقبة
شوكيات	ي	
بكتيريا خضراء مزرقة، طحالب خضراء بسيطة، فطريات، ديدان بسيطة	ما قبل الكامبري	

دار اليـــازوري العلميـــة

الفصل الرابع عشر
التراكيب الجيولوجية
أنواع قشور الأرض:

ـ **عرف المطاوعة**: هو التغير في شكل أو حجم الصخور أو الاثنين معاً حين تعرضها إلى قوى لا ينتج عنها حركة انتقالية أو دورانية.

ـ **عرف الإجهاد**: هي القوى المؤثرة في وحدة المساحة في نقطة معلومة للمقطع الصخري.

ما العوامل التي لها دخل في تفاعل الصخر مع الإجهاد ومدى استجابته لها؟

1- مرونة الصخر: يوجد نوعان من الصخور بحسب المحتوى المعدني له تتغير مرونته:

أـ مادة هشة: مثل الغرانيت والصوان (هي المادة التي تسلك سلوكاً مرناً عند تعرضها إلى إجهاد معين وتعود إلى وضعها الأصلي بعد زوال الإجهاد وادا زاد هذا الإجهاد عن الإجهاد الحرج تنكسر).

ملاحظة: ينتج عن السلوك الهش للصخور الصدوع (كسر).

ـ **عرف الإجهاد الحرج**: هو الإجهاد المؤثر على الصخر بحيث إذا زاد عنه فإن الصخر ينكسر.

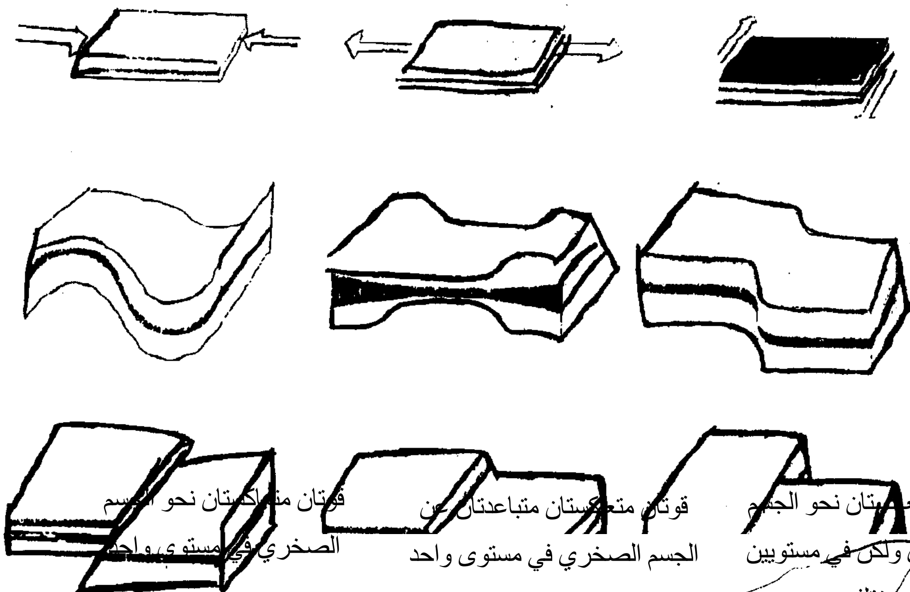
ـ **عرف التشوه الهش**: هو سلوك المادة سلوكاً مرناً عند تعرضها إلى إجهاد معين والذي إذا زاد عن الإجهاد الحرج ينكسر.

ب- مادة لدنة: مثل الصخور الطينية والغضار.

باإجهاد .

إلى حا

والتشو



قوتان متعاكستان نحو الجسم الصخري ولكن في مستويين مختلفين

قوتان متعاكستان متباعدتان عن الجسم الصخري في مستوى واحد

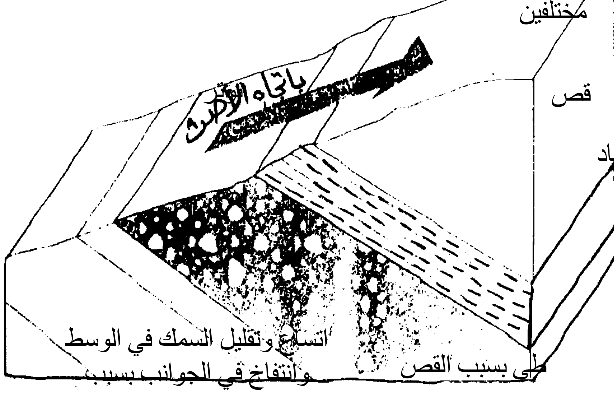
قوتان متعاكستان نحو الجسم الصخري في مستوى واحد

قص

ضغط

نوع الإجهاد

حرارة



تشوه لدن

طي بسبب القص

اتساع وتقليل السمك في الوسط وانتفاخ في الجوانب بسبب التوار

طي بسبب الضغط

تحديد الطبقات الأحديث في الطبقات المائلة

كسر بسبب القص

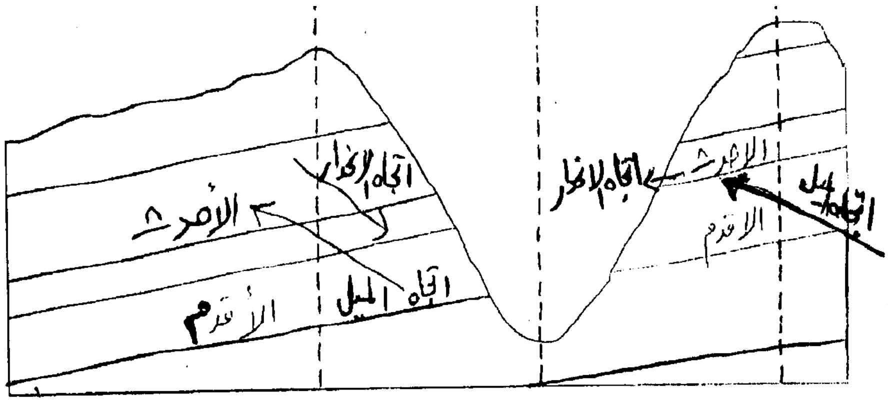
كسر بسبب التوتر

كسر بسبب الضغط

تشوه هش (أ) الطبقات باتجاه الانحدار

(ب) ميـــــل الطبقات في عكس اتجاه الانحدار

ميـــل الطبقـــات باتجـــاه الانحدار ويوازيه



العلاقة بين الميل والانحدار

2- نوع الإجهاد: يوجد 3 أنواع من الإجهادات: توتر، ضغط،قص.

3- درجة الحرارة: إن درجة الحرارة تعدل السلوك الهش للمادة بحيث تصبح أكثر لدونة.

- علل: **المادة الهشة على سطح الأرض تسلك سلوكاً لدناً في باطنه.**

وذلك لارتفاع درجة الحرارة في باطن الأرض فيتعدل سلوك المادة الهشة لتصبح لدنة.

4- الزمن: عامل مهم في حدوث التشوهات للصخور حيث يعمل الزمن على تعديل السلوك المرن للمواد الهشة لتصبح أكثر مرونة (لدنة).

ملاحظة: تسمى التشوهات الحادثة نتيجة عامل الزمن بتشوهات الزحف.

- عرف تشوهات الزحف: هو التشوه الناجم عن تأثير الإجهاد المؤثر على الصخور بحيث يعمل الزمن على تعديل السلوك المرن للمواد الهشة دون أن نصل إلى الإجهاد الحرج.

الميل والضرب:

أ- زاوية الميل: هي أكبر زاوية تصنعها الطبقة المائلة مع المستوى الأفقي.

ملاحظة: يتم قياس الزاوية باستخدام جهاز يسمى (مقياس الميل).

ب- اتجاه الميل: هو الاتجاه الجغرافي لأكبر زاوية ميل تصنعها الطبقة عن المستوى الأفقي (أي نتبع الطبقات الأحدث).

ملاحظة: 1- يحدد اتجاه الميل باتجاه إحدى الجهات الأربع.

ملاحظة: 2- إن اتجاه الميل يدلنا دائماً على وجود طبقات أحدث.

اتجاه الميل

ملاحظة: 3- الأقدم ←——— الأحدث

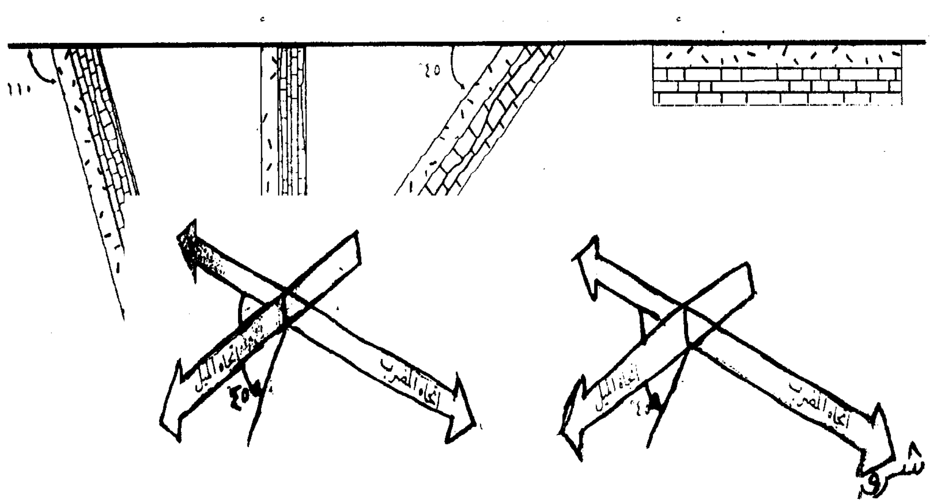
(أفقي)

ملاحظة: 4- اتجاه الميل عمودي على اتجاه المضرب.

ملاحظة: 5- ذا تحرك جيولوجي باتجاه معاكس لميل الطبقات فسيجد طبقات أقدم.

ملاحظة: 6- هناك فرق بين الميل والانحدار، فالانحدار هو ميلان سطح الأرض.

الانحدا



يظهر

طبقات مائلة

ج- المضرب: وهو الخط الناتج عن تقاطع سطح الطبقة المائلة مع المستوى الأفقي للمضرب.

- كيف يحدد اتجاه المضرب (طريقة قياسه)؟

يقاس المضرب بانحرافه عن الشمال الجغرافي في المستوى الأفقي باستخدام بوصلة جيولوجية.

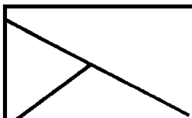
ما فائدة معرفة المضرب لطبقة ما؟

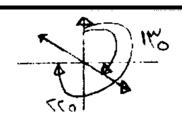
يجعل الجيولوجي في الميدان يعرف امتداد طبقة ما، حيث أنه يمشي باتجاه عمودي على ميل الطبقة في المستوى الأفقي.

ملاحظة: أن مضرب الطبقة يحدد تتبع وجودها.

مثال: حدد زاوية ميل الطبقة واتجاهها (اتجاه الميل) ومضرب هذه الطبقة؟

رسمة





زاوية الميل = 40 باتجاه 40 جنوب غربي المضرب: يميل 135 باتجاه جنوب شرق 225 (360-135) باتجاه شمال غرب

الطيات: عرف الطية: هو تأثير اجهادات ضغط في الطبقات من الصخور بحيث تنثني وتصبح مائلة باتجاهين متعاكسين يوجد بينهما تقوس نحو الأسفل أو تقوس نحو الأعلى.

أجزاء الطية: اذكر أجزاء الطية والمقصود بكل منها؟

1- جناح الطية: أحد جانبي الطية يتكون من طبقات مائلة.

2- مفصل الطية: هو خط وهمي يصل بين النقاط التي تقع على أكبر تكور للطية.

3- محور الطية: هو الخط أو الاتجاه الذي يحدد الطية.

4- المستوى المحوري: هو المستوى الذي يقسم الطية إلى جزأين من مفصل الطية ويكون محور الطية خطاً فيه (يكون المستوى المحوري أما أفقياً أو مائلاً أو رأسياً).

تصنيف الطيات: صنف الطيات وفق ما يلي:

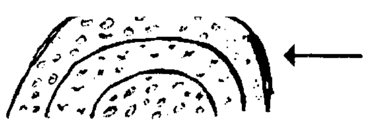
أ- من حيث اتجاه التقوس.

ب- من حيث وضع المستوى المحوري.

ج- من حيث وضع مفصل الطية.

أ- من حيث اتجاه التقوس:

1- طية محدبة: هي الطية تتقوس إلى الأعلى وتحوي بداخلها الصخور الأقدم.



المرك

ز

2- طية مقعرة: هي طية تتقوس للأسفل وتحوي بداخلها الصخور الأحدث.



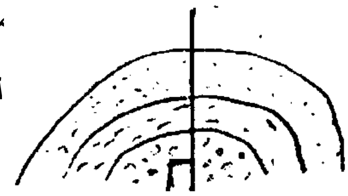
المـر

كز

دار **اليـــازوري** العلميـــة

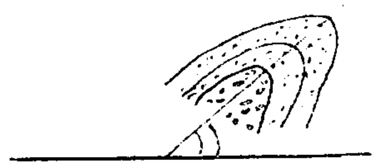
محوري:

لطيـة التـي يكـون المسـتوى المحـوري لهـا



عمودي

ـة تميل بزاويـة (أقل مـن 90) عن



مستوى

طيـة التـي يكـون أحـد جناحيهـا قـدر



أكثر م

لية يكون مستواها المحوري مواز

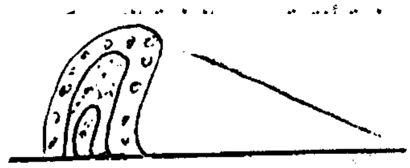


لسطح

ج- من حيث وضع مفصل الطية:

صلها مواز لسطح الأرض.

ن مائلاً عن مستوى سطح الأرض.



ـا يكون عمودياً أو رأسياً على مستوى



سطح ا

- اذكر العوامل التي يستند عليها تعقيد الطيات في الطبيعة؟

1- مقدار القوى المؤثرة فيها.

2- التشوهات الناتجة منها (لدن، هش).

3- أنواع تلك التشوهات.

- وضح درجة تعقيد الطيات؟

1- قليلاً وبسيطاً: داخل القارات.

2- معقداً: عند أحزمة الجبال وحافات القارات (تكون نشطة تكتونية).

القبة والحوض:

- **عرف القبة:** هي طية محدبة متماثلة من جميع طبقاتها تميل بالدرجة نفسها إلى خارج وسطها في جميع الاتجاهات.

- **عرف الحوض:** هو طية مقعرة متماثلة من جميع طبقاتها تميل بالدرجة نفسها إلى داخل وسطها في جميع الاتجاهات.

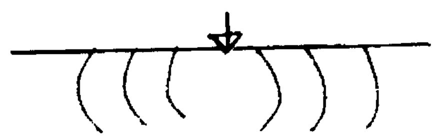
- وضح الفرق بين القبة والحوض من حيث:

وجه المقارنة	القبة	الحوض
الطبقات الأحدث والأقدم	الأقدم في الداخل والأحدث في الخارج	الأقدم في الخارج، والأحدث يفي الداخل
اتجاه ميل الطبقات	الميل نحو الخارج	الميل نحو الداخل

أيهـــا أحـــدث إذا تكشفت الطبقات	الوسط هو الأقدم	الوسط هو الأحدث

المظاهر الناتجة عن الحت والتعرية للطيات:

طية محدبة فإن الطبقة الأقدم



تكون ؤ

ملاحظة: الحت والتعرية يكون أقوى ما يمكن عند قمة الطية (لوجود فواصل كثيرة ومناطق ضعف).

- **علل**: الحت أقوى ما يمكن عند قمة الطية.

لوجود فواصل كثيرة ومناطق ضعف تؤدي إلى حت وتعرية بشكل أكبر.

ملاحظة: الطية المقعرة، الصخور الأحدث تحتفظ في وسطها، تظهر على سطح الأرض على شكل خطوط متوازية، تحدث أكبر تعرية عند أطراف الجناحين.

ب- الطيات الغاطسة: كيف تعرف كجيولوجي في الميدان على الطيات الغاطسة؟ وكيف تحدد اتجاه غطسها؟

تظهر الطيات الغاطسة نتيجة الحت والتعرية على شكل حرف V يكون اتجاه الغطس باتجاه الحرف (الصخور الأقدم في الوسط والعكس في الطيات المقعرة الغاطسة).

القباب والأحواض:

ملاحظة: تظهر الطبقات المتكشفة نتيجة الحت والتعرية للقبة والحوض بشكل دائري أو إهليلجي.

- **علل**: الطبقات المتكشفة للقبة والحوض تكون بشكل دائري أو إهليلجي.

وذلك لأن الصخور المتكشفة التي كانت في الوسط أو على الأطراف أزيلت نتيجة عوامل الحت والتعرية ونتيجة تساوي مناطق الضعف في كلا التركيبين فإن الحت بقي متساوياً ولذلك ظهر الشكل الدائري أو الإهليلجي لهذا التركيب.

ملاحظة: الوسط يكون الأحدث في الحوض وفي القبة يكون الأحدث على الأطراف.

- كيف تتعرف في الميدان على كل من:

أ- طية مقعرة أفقية: تكون نتيجة حدوث التعرية والحت على شكل خطوط متوازية ومتكررة بالعكس، الصخور الأحدث في الوسط.

ب- طية أفقية محدبة: يكون الوسط أكثر تأثراً بعوامل الحت والتعرية (الصخور الأقدم في الوسط).

ج- طية محدبة غاطسة: تظهر على شكل V باتجاه الغطس (والصخور الأقدم في وسطها).

د- طية مقعرة غاطسة: تكون على شكل حرف V بعكس اتجاه الغطس (والصخور الأحدث في وسطها).

هـ- القبة: تكون على شكل طبقات متكشفة دائرية أو إهليلجية (والصخور الأقدم في الوسط).

و- الحوض: تظهر على شكل طبقات متكشفة بشكل دائري أو إهليلجي (والصخور الأحدث في الوسط).

الصدوع:

عرف الصدع:

هو إجهاد يؤثر على صخور ويحدث به تشوه بالكسر بحيث تتحرك الكتلتان الناتجتان بشكل مواز لسطح الكسر.

- في أي نوع الصخور تحدث الصدوع؟

فقط يحدث في الرسوبية بشكل رئيسي. (ويمكن أن تحدث بشكل غير شائع في الصخور الأخرى).

ملاحظة: أسهل أنواع الصخور تعرفاً على وجود الصدوع فيها هي الصخور الرسوبية.

أجزاء الصدع: اذكر أجزاء الصدع والمقصود بكل منها؟

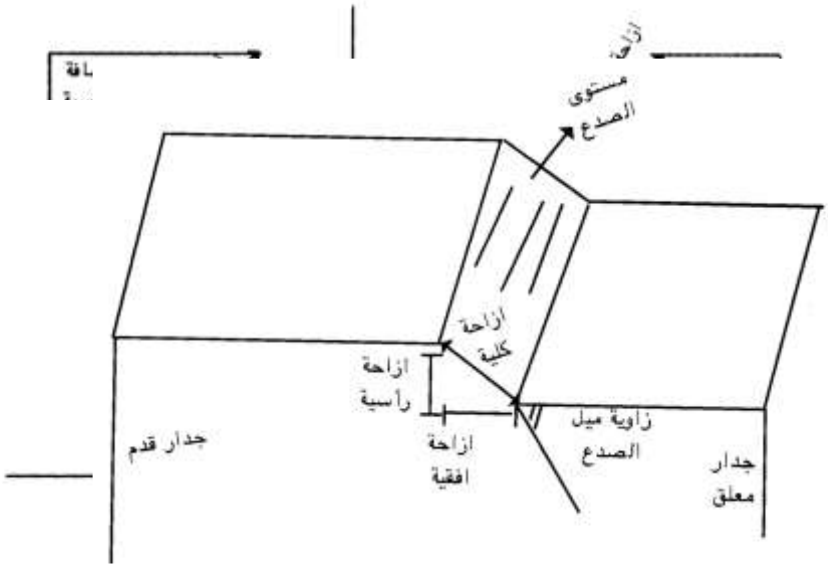
1- مستوى الصدع: هو المستوى الذي يحدث عليه انفصال الطبقات وانزلاقها وحركتها.

2- الجدار المعلق: هو الصخور الواقعة فوق مستوى الصدع المائل.

3- جدار القدم: عو الصخور الواقعة تحت مستوى الصدع المائل.

4- ميل الصدع: هي الزاوية المحصورة بين مستوى الصدع والمستوى الأفقي.

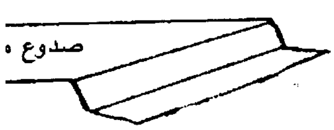
ور
على ج
ى
جانبي



تصنيف الصدوع:

أ- تصنيف الصدوع تبعاً لزاوية ميل مستوى الصدع:

1- صدوع رأسية: هي صدوع يكون فيها مستوى الصدع رأسياً (زاوية ميله 90 درجة). [لا يمكن تمييز جدار القدم من الجدار المعلق].



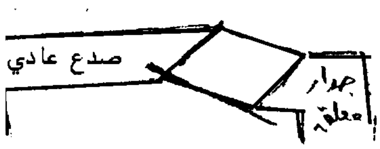
2- صدوع مائلة: وهي صدوع يكون مستوى الصدع مائلاً عن الأفق بزاوية تتراوح بين صفر و 90 درجة [وهو الأكثر شيوعاً].

ب- تصنيف الصدوع تبعاً للحركة النسبية لكتل الصخور على جانبي مستوى الصدع:

1- إذا كانت الحركة النسبية بين الكتلتين رأسية.

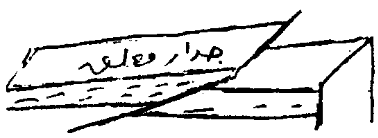
أ- إذا كان صدعاً رأسياً لا نستطيع إعطاء تصنيف جديد للصدع.

ب- إذا كان الصدع مائلاً:



1- صدع عادي: هو صدع ينتج عن حركة الجدار المعلق إلى أسفل بالنسبة إلى جدار القدم (يرافق هذا النوع تمدداً وزيادة في طول القشرة الأرضية، وينشأ عن إجهاد توتري).

صدع عكسي



2- صدع عكسي: هو صدع ينتج عن حركة الجدار المعلق إلى الأعلى بالنسبة لجدار القديم (يرافق هذا النوع نقصاً في طول القشرة الأرضية وينشأ عن إجهاد ضغط).

- إذا كانت الحركة النسبية بين الكتلتين أفقياً (سواء رأسياً أم مائلاً) فإنه يعطي صدعاً يسمى الصدع المضربي.

- عرف الصدع المضربي:

هو صدع ينتج عن الحركة النسبية بين الكتلتين بشكل أفقي، بحيث تتحرك الكتل بشكل مواز لخطوط المضرب [ينشأ عن إجهاد قص].

- عرف الصدع التحويلي:

هي صدوع مضربية تكون مصاحبة لحدود الصفائح يصاحبها إزاحة كبيرة.

3- إذا كانت الحركة النسبية بين الكتلتين وترية.

- **عرف الصدع الوتري:** هو حركة الكتلتين رأسياً وأفقياً في الوقت نفسه على سطح الصدع.

الصدوع المركبة: هي صدوع عادية توجد على شكل مجموعات.

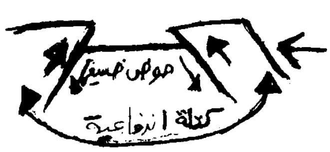
أنواع الصدوع المركبة:

أ- القوالب (صدوع مدرجة): هي صدوع عادية موجودة على شكل مجموعات متوازية وإزاحاتها المحصلة في اتجاه واحد.

ب- الأحواض الخسفية: هي صدوع عادية توجد على شكل مجموعات تكون إزاحاتها المحصلة في اتجاهات متوازية وأخرى متقابلة. (تهبط كتلة صخرية بين صدعين عاديين متقابلين). تعريف آخر (هو وديان مستطيلة محاطة بتراكيب بارزة طولية).

- **عرف الكتل الاندفاعية:** هي كتل صخرية ترتفع للأعلى ظاهرياً محيطة بالأحواض الخسفية.

- اذكر أمثلة على الأحواض الخسفية:



1- صدع وادي الأردن.

2- صدع شرقي أفريقيا.

تأثير الحت والتعرية في الصدوع:

- أي المناطق تتأثر بشكل أكبر في منطقة حدوث الصدع؟

المنطقة قرب مستوى الصدع، وذلك لأن ضعف الصخور نتيجة تأثرها بقوى كبيرة.

- أي الجدارين يتأثر أكثر من عوامل الحت والتعرية؟

أ- صدع عادي: جدار القدم يتأثر أكثر بعوامل الحت والتعرية وينقل نواتجه إلى الجدار المعلق.

ب- الصدع العكسي: الجدار المعلق يتأثر أكثر بعوامل الحت والتعرية وينقل نواتجه إلى جدار القدم.

علل: يصعب في الميدان التعرف على منطقة وجود الصدع.

لأن نواتج التعرية تنقل من الجدار المرتفع إلى الجدار المنخفض وبالتالي سيتغطى جزء من منطقة الصدع بتلك المواد لذا يصعب التعرف على الصدع.

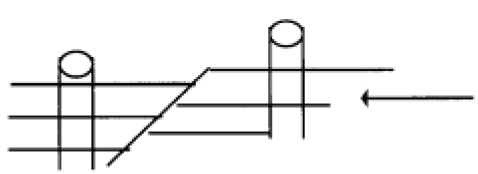
ما الظواهر التي يتبعها الجيولوجي في الميدان للدلالة على وجود صدع؟

1- إزاحة الطبقات (تتم بال**ملاحظة**).

2- اختفاء بعض الطبقات أو تكرارها (من خلال حفر الآبار).

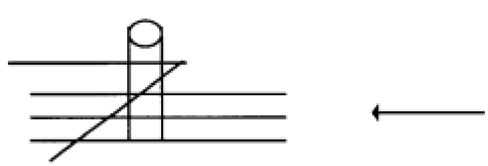
أ- صدع عادي:

اختفاء بعض الطبقات.



ب- صدع عكسي:

تكرار بعض الطبقات.



3- ظهور صخور البريشيا: وهو ناتجة عن قطع صخرية ذات حافات حادة تكونت نتيجة تفتيت الصخور في أثناء انزلاقها على مستوى الصدع.

4- معرفة العمر الجيولوجي لطبقات الأرض وعلاقاتها الزمنية مع بعضها البعض.

- **عرف الفواصل:** هي كسور أو شقوق تحدث في الصخور دون أن تصاحبها أي إزاحة أفقية أو رأسية للكتل الصخرية على جانبي الفاصل.

- ما فائدة الفواصل في الحياة العلمية؟

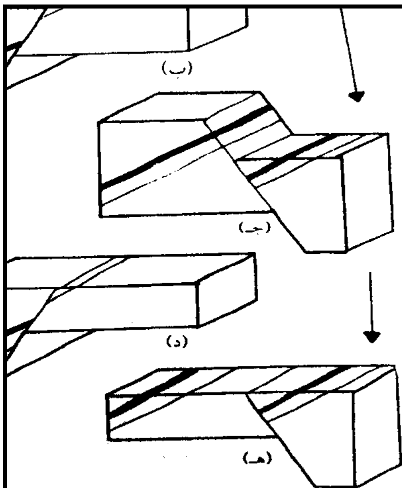
يساعد وجود الفواصل في الصخور الرسوبية في قطع الصخور من المقالع لاستخدامها في أعمال البناء.

- **عرف الفواصل العمادية:** هي فواصل في الصخور النارية مثل البازلت نتيجة انكماش الصخور بعد تصلبها وانخفاض درجة حرارتها.

- ما الفرق بين الفواصل في البازلت والفواصل في الصخور الرسوبية؟

فواصل البازلت تحدث نتيجة انكماش الصخور بعد تصلبها وانخفاض درجة حرارتها، أما الفواصل في الصخور الرسوبية فتحدث نتيجة قوى ضغط تظهر كمجموعة فواصل لها الاتجاه نفسه فيها.

يبين الشكل الآتي طبقات صخرية متعاقبة حدث لها تصدع (ب، ج) وحت وتعرية (د، هـ):



1- صف وضع الطبقات قبل حدوث عملية التصدع؟ الجواب: ترسبت طبقات من الأقدم إلى الأحداث ثم عملت حركات أرضية ثم مالت الطبقات.

2- صف الحركة التي حدثت بعد التصدع. وما نوع الصدع الذي نتج منها؟ الجواب: صدع عادي، ج صدع عادي، د صدع عادي، هـ صدع عادي.

3- حدد أجزاء الصدع على الرسم. الجواب على الرسم.

4- قارن بين ما حدث في الشكل ب بما حدث في الشكل ج. الجواب: ب نزل الجدار المعلق، ج نزل الجدار المعلق.

5- فسر سبب الاختلاف الذي حصل في تكشف الطبقات في الشكلين (د، هـ)؟ الجواب: حدوث عوامل حت وتعرية.

الاتجاه نفسه فيها.

- قارن بين الطية المحدبة والمقعرة من حيث:

وجه المقارنة	المحدبة	المقعرة
اتجاه ميل الطبقات (اتجاه الجناحين)	متباعدة عن المركز	متقاربة نحو المركز

الصخور الأقدم	الوسط أقدم	الوسط أحدثها
طول القشرة الأرضية	تقلـــل القشـــرة الأرضية	تقلـــل القشـــرة الأرضية
نوع الإجهاد	ضغط	ضغط
نوع الأحافير	الأحافير أقدم في الوسط	الأحافير أحدث في الوسط

ملاحظـة: 1- تسمى الطية التي يكون مفصلها لا يوازي المضرب ب طية غاطسة.

ملاحظة: 2- ينسب التشوه الدائم في الصخور إلى التشوه اللدن.

ملاحظـة: 3- توصف الطية المضطجعة بأن مستواها المحوري أفقي وجناحيها أفقيان.

ملاحظـة: 4- يتكون الغلاف الصخري من القشرة الأرضية وأعلى الستار.

ملاحظة: 5- نطاق في الأرض يسلك سلوكاً لدناً هو الغلاف المائع.

ملاحظـة: 6- الطبقة المنصهرة جزئياً من الستار هي نطاق السرعة المنخفضة.

ملاحظـة: 7- تعكس المحتبسات في الصخور النارية تركيب أعماق القشرة الأرضية.

ملاحظة: 8- يوجد 3 ميزات تتعلق باللب الخارجي، يوجد في الحالة السائلة وله علاقة بالمجال المغناطيسي الأرضي ويوجد حده العلوي على عمق 2885كم.

ملاحظة: 9- المعادن المغناطيسية في الماغما ترتب نفسها باتجاه يوازي المجال المغناطيسي.

ملاحظة: 10- يتم تقدير سماكة القشرة الأرضية عن طريق الموجات الزلزالية.

ملاحظة: 11- يستفاد من الموجات الزلزالية في معرفة أنواع صخور أنطقة الأرض، واكتشاف أن اللب الخارجي للأرض في الحالة السائلة، وتحديد سمك القشرة الأرضية.

ملاحظة: 12- يقع نطاق السرعة المنخفضة ضمن الغلاف المائع.

ملاحظة: 13- يعد انقطاع موهو حداً فاصلاً بين القشرة الأرضية والستار.

ملاحظة: 14- الصدع العادي لا ينتج بفعل إجهادات الضغط.

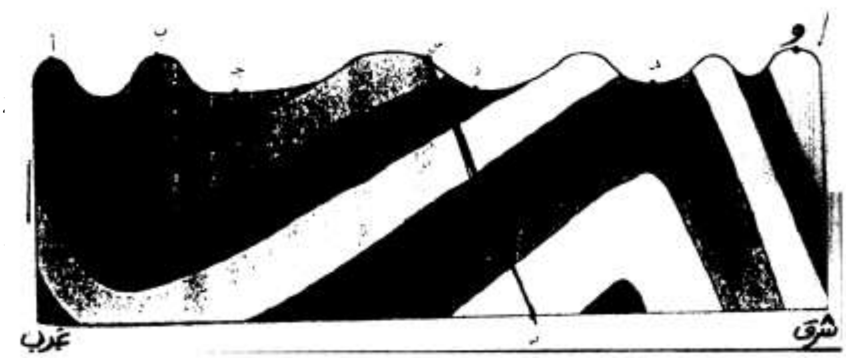
ملاحظة: 15- تزداد مساحة سطح القشرة الأرضية نتيجة تكون صدع عادي.

ملاحظة: 16- الطية المحدبة هي التي يميل جناحاها بعيداً عن المركز والصخور الأقدم في وسطها.

ملاحظة: 17- يسمى التركيب الناتج من هبوط قوالب محاطة بصدعين عاديين مائلين بشدة، باتجاهين متعاكسين حوضاً خسفياً.

مقارنة بين الحوض والقبة:

الحوض	القبة
تكون متقاربة نحو المركز	تكـــون متباعـــدة عن المركز
الأحافير في الوسط	الأحـ افير في



تعرض

أن الط

1- أي جانب من الطية المحدبة تكون الطبقات الصخرية لها أكبر ميل؟ أي جانب أيضاً بالنسبة للطية المقعرة؟ الجواب: بالنسبة للطيـة المحدبـة تكـون الطبقـات بـين هــ، و (الخـط الأزرق) لهـا أكبـر ميـل، وبالنسـبة للطيـة المقعـرة الجانب أ له أكبر ميل.

2- وضح كيف تكون التعرية عند النقطة ب، وقارن ذلك بما تكون عليه عند النقطة ج. فسر ذلك. الجواب: عند ب تكون التعريـة أكبـر مـا يمكن وعنـد ج تكون التعريـة أقل مـا يمكن وذلك لأن أعلـى طبقـة تحـدث بهـا أعلـى نسـبة حـت وتعرية.

3- صف كيف تتغير أعمار الصخور إذا سرت من النقطة ب إلى النقطة د، ومن النقطة هـ إلى النقطة و؟ الجواب: من ب إلى د (أحدث إلى الأقدم) ومن هـ إلى و (أقدم إلى أحدث) لأنه في الطية المحدبة من مركزها نحو الخارج يعني من الأقدم إلى الأحدث أما الطية المقعرة فمن مركزها نحو الخارج (أحدث إلى أقدم).

4- استناداً على إجابتك في 3 ما العمر النسبي للصخور في وسط الطية المحدبة؟ قارن ذلك بعمر الصخور في وسط الطية المقعرة؟ الجواب: في وسط الطية المحدبة (الأقدم). وفي وسط الطية المقعرة (الأحدث).

5- افترض أنه حدث صدع مرافق لعملية الطي على طول الخط (س، ص) ما نوع هذا الصدع؟ الجواب: نوع هذا الصدع عكسي؟ لأنه في الصدع العكسي تكون القوة ضغطاً، أما في الصدع العادي فتكون القوة شداً أو توتراً.

6- افترض أنه حدث صدع عادي بعد عملية الطي على طول الخط (س ص) صف الحركة على مستوى الصدع، ماذا يحدث لطول المسافة بين النقطة أ والنقطة هـ؟ وماذا يحدث لطول المسافة إذا كان الصدع عكسياً؟ الجواب: الحركة على مستوى الصدع تكون ارتفاعاً على يمين س، والمسافة يحدث لها زيادة أي تزداد، ولو كان الصدع عكسياً فإن المسافة تقل.

الباب السادس

دينامية الأرض

الفصل الخامس عشر
انجراف القارات وتوسع قاع المحيط

عرف بانغايا: هي القارة الموحدة لجميع قارات العالم الحديث انقسمت قبل 200 مليون سنة واتخذت شكلها الحالي.

فرضية انجراف القارات:

1- صاحبها: الفرد فيغنر.

2- نصها: القارات الحالية كانت تشكل قارة واحدة اسمها بانغايا (أي أن كل اليابسة كانت محاطة بمحيط شاسع معظمها في نصف الكرة الجنوبي بدأت الانقسام قبل 200 مليون سنة ثم انجرفت حتى أصبحت بشكلها الحالي).

3- الأدلة المؤيدة لها:

أ- تطابق حافات القارات:

قام العالمان بولارد وإيفرت بمطابقة مجموعة من القارات على عمق 900م بدلاً من الشواطئ وكان هذا التطابق إلى حد ما كبير.

- علل: مطابقة حافات القارات على عمق 900م أفضل منه على الشواطئ.

لأن حافات القارات على هذا العمق تمثل حدوداً للقارات في لحظة انجرافها أكثر من تطابق خطوط الشواطئ الحالية التي تعرضت لتغيير كبير.

- **علل:** إحدى أوسع المناطق التي يكون فيه عدم التطابق أكبر ما يمكن، منطقة دلتا نهر النيجر غربي أفريقيا.

وذلك لأن الدلتا أكثر المناطق ترسيباً وتغييراً لطبيعة المنطقة هناك.

- **علل:** تطابق القارات ليس تماماً في جميع مناطق حافات القارارت.

وذلك لأن حافات القارات قد تغير شكلها أثناء انجرافها نتيجة عوامل الحت والتعرية والترسيب.

- اذكر أوسع المناطق التي حدث فيها عدم التطابق.

منطقة دلتا نهر النيجر غربي أفريقيا.

ب- تشابه أنواع الأحافير:

- وضح كيف أن تشابه أنواع الأحافير أيد فرضية انجراف القارات.

وذلك لأنه تم العثور على زواحف تسمى الميزوسورس في قارتي أمريكا الجنوبية وأفريقيا وهذا يدل على أن القارتين كانتا متصلتين في الوقت الذي عاش فيه هذا الحيوان، إذ لا يمكن لهذا الزاحف عبور المحيط الأطلسي لأنه لا يعيش في مياه المحيط المالحة.

- لماذا يعد نمط حياة الميزوسورس دليلاً مهماً لدعم فرضية فغنر؟

لأنه لا يستطيع العيش في المياه المالحة وبالتالي لا يستطيع عبور المحيط الأطلسي بين القارتين وهذا يعد دليلاً يدعم فرضيته.

- لماذا لا يوجد تشابه أحفوري بين القارات قبل نحو 50 مليون سنة؟

وذلك لأن انجراف القارات بدأ قبل 200 مليون سنة أي أن القارتين كانتا متباعدتين عن بعضهما قبل 50 مليون سنة أي أن كل قارة لديها حيوانات تختلف عن الأخرى.

ج- تطابق الصخور والتراكيب.

- وضح كيف أن السلاسل الجبلية القديمة تثبت صحة فرضية انجراف القارات؟

وذلك لأن إلصاق القارات مع بعضها يجعل سلسلة الجبال تمتد طولياً بنفس الاتجاه بدءاً من سلسلة جبال الأبلاش وحتى الجبال الكاليدونية في بريطانيا واسكندنافيا وبالتالي تكون حزاماً متواصلاً تقريباً.

- **علل:** لا تصلح جميع السلاسل الجبلية (كجبال الهملايا التي عمرها 45 مليون سنة) دليلاً على صحة الانجراف القاري.

وذلك لأن الانجراف القاري حدث قبل 200 مليون سنة وبالتالي فإنها لا تستطيع تفسير تكون سلاسل جبال الهملايا التي يصل عمرها إلى 45 مليون سنة.

د- المناخ القديم

- وضح كيفأن الجليديات في جنوب القارات دليل على عملية الانجراف القاري.

وذلك لأن الرسوبيات الجليدية عمرها 250 مليون سنة أي أنها تكون قبل الانجراف ونتيجة تشابهها الكبير فإن هذا يدل على أن القارات كانت متجمعة حول القطب الجنوبي وعند ابتعادها بقيت رسوبياتها موجودة.

- إذا علمت أن الفحم الحجري تكون في مناخ حار ورطب، كيف تفسر وجوده في قارتي أوروبا وأمريكا الشمالية.

إن تفسير وجوده هو أن القارات كانت مجتمعة معاً ويقع أغلبها في الجزء الجنوبي أي أن قارتي أمريكا الشمالية وأوروبا على خط الاستواء وهي منطقة رطبة وملائمة لتكوين الغابات المطيرة التي نتج عنها الفحم الحجري.

هـ- المغناطيسية القديمة:

تعرف زاوية الميل المغناطيسي المقاسة للمغناطيسية القديمة تدل على خط العرض الذي تمغنط فيه الصخر وقت تكونه (معرفة المسافة بين الموقع والقطبين المغناطيسيين).

- تعرف زاوية الانحراف المغناطيسي القديمة تدل على موقع القطبين المغناطيسيين نسبة إلى خط الاستواء المغناطيسي.

- عرف منحنى تجول القطب الظاهري: هو الخط الواصل بين النقاط التي تمثل مواقع القطب الشمالي المغناطيسي في أثناء الأزمنة الجيولوجية القديمة.

- وضح كيف أن منحنى تجول القطب الظاهري لقارتي أوراسيا وأمريكا الشمالية يعتبر دليلاً على صحة فرضية انجراف القارات.

يلاحظ أنه في حالة إعادة تركيب القارتين وقفل شمال المحيط الأطلسي أن المنحنيين ينطبقان على بعضهما تماماً وهذا يدل على أن القارات قد انجرفت وأن الأقطاب المغناطيسية كانت ثابتة في ذلك الوقت.

- يوجد احتمالان لتغير منحنى تجول القطب الظاهري الشمالي لقارتي أوراسيا وأمريكا الشمالية، اذكرهما.

1- لكل قارة قطب شمالي خاص بها يتغير موقعه مع الزمن.

2- إن القارات تحركت بالنسبة لبعضها البعض وكان القطب ثابتاً.

ملاحظة:

الاحتمال الثاني الأصح والأول خاطئ لأنه يلاحظ أنه في حالة إعادة تركيب القارتين وقفل شمال المحيط الأطلسي أن المنحنيين ينطبقان على بعضهما تماماً وهذا يدل على أن القارات قد انجرفت وأن الأقطاب المغناطيسية كانت ثابتة في ذلك الوقت.

الأدلة المعارضة:

- اذكر أهم الاعتراضات التي عجزت فرضية انجراف القارات عن تفسيرها؟

1- مصدر الطاقة التي ينتج عنها حركة القارات قالت أن جذب القمر للأرض ينتج عنه انجراف القارات لكن الحسابات الدقيقة أثبتت أن قوة الجذب أقل بكثير من القوة اللازمة لتحريك القارات.

2- افترضت فرضية انجراف القارات أن القارات تحركت فوق قاع المحيط وهذا يعني أن سطوح قيعان المحيطات ملساء إلا أن البحوث الخاصة في أعماق المحيطات تفيد أن قيعان المحيطات ذات تضاريس خشنة.

فرضية توسع قاع المحيط:

- عرف ظهر المحيط: هي سلاسل جبلية في قيعان المحيطات تشكل 30% من مساحتها.

ملاحظات حول ظهر المحيط:

1- يتكون من صدوع عادية تدل على وجود توتر كبير في المنطقة.

2- في وسط ظهر المحيط كونت الصدوع حوضاً خسفياً.

3- يوجد قواطع صفائحية في ظهر المحيط ولابا وسادية، تتكون من البازلت.

4- سلسلة ظهر المحيط الأطلسي تمتد باتجاه مواز لحافات القارات.

5- أكبر عبر لصخور البازلت في ظهر المحيط لا يزيد عن 195 مليون سنة تتزايد الأعمار بدءاً من ظهر المحيط وحتى حافات القارات (أحدث الصخور في ظهر المحيط والأقدم عند حافات القارات).

- من واضح فرضية توسع قاع المحيط وما هو نصها؟

واضعها العالم هس ونصها: قاع المحيط يتوسع باستمرار وبالتالي يزداد عرض المحيط.

- وضح كيف يتم توسع قاع المحيط (من منطقة الظهر)؟

عندما تخرج الماغما عن طريق الصدوع العادية في الحوض الخسفي فإنها تنتشر على جانبي ظهر المحيط فتتصلب عند وصولها السطح لتكون قشرة محيطية جديدة ذات تركيب بازلتي والقشرة الجديدة تتحرك نحو القارة لتندفع الماغما من جديد من الستار وهكذا تستمر عملية توسع المحيط.

- وضح الفارق بين الفرضية التي وضعها هس والفرضية التي وضعها فغنر من حيث الأجزاء المتحركة.

فغنر: القارات تتحرك فوق قشرة محيطية ثابتة.

هس: القشرة المحيطية تتوسع في قاع المحيط دافعة معها القارات.

- فسر كيف استطاعت فرضية هس (توسع قاع المحيط) تفسير ابتعاد القارات عن بعضها؟

قاع المحيط يتوسع محركاً معه القارات بعيداً عن بعضها.

- ما الأدلة الداعمة لفرضية توسع قاع المحيط؟

1- إن قيعان المحيطات كلها مغطاة بالبازلت أي أنها تكونت منذ بدايتها بالكيفية ذاتها التي تحدث اليوم.

2- ازدياد عمر صخور قاع المحيط كلما ابتعدنا عن ظهور المحيطات واقتربنا من القارات.

3- تماثل أعمار الصخور بالنسبة لظهر المحيط.

4- تماثل المغناطيسية المقلوبة على جانبي الظهر.

- **عرف ظاهرة الانقلاب المغناطيسي:** هي الظاهرة التي تعكس فيها الأرض اتجاه مجالها المغناطيسي فيتغير القطب المغناطيسي الشمالي إلى جنوبي والعكس.

- **عرف القطبية العادية:** هي اتجاه المعادن المغناطيسية في صخور قاع المحيط باتجاه المجال المغناطيسي الحالي للأرض.

- **عرف القطبية المقلوبة:** هي اتجاه المعادن المغناطيسية في صخور قاع المحيط باتجاه معاكس للمجال المغناطيسي الحالي للأرض.

- وضح كيف أن تماثل المغناطيسية المقلوبة على جانبي ظهر المحيط تمثل دليلاً على صحة فرضية هس (توسع قاع المحيط)؟

1- تخرج الماغما من شقوق ظهر المحيط وتنتشر على جانبي الظهر وتتمغنط المعادن المغناطيسية باتجاه المجال المغناطيسي القائم في ذلك الوقت ومن ثم تتصلب.

2- عند خروج دفعة جديدة من الماغما فإنها تدفع الصخور القديمة لتبدأ الماغما بالخروج فتتمغنط المواد المغناطيسية فيها باتجاه معاكس للمجال الأول.

3- وباستمرار عملية خروج عملية خروج الماغما ستظهر أشرطة صخرية متبادلة في اتجاه مغناطيسيتها، وهذا يفسر صحة توسع قاع المحيط.

ملاحظة: الأشرطة على جانبي ظهر المحيط متماثلة في:

أ- العمر

ب- القطبية

ج- العرض

معدل توسع قاع المحيط:

$$\text{معدل توسع قاع المحيط} = \frac{\text{عرض الشريط}}{\text{الزمن اللازم لتكونه}}$$ (وحدته سم/سنة).

- إذا رأيت تتابعات رأسية من صخور البازلت المغناطيسية مقلوبة وعادية في قارة ما مماثلة لتتابعات المقلوبة والعادية ابتداء من ظهور المحيط، ماذا تعني هذه الظاهرة؟

تعني أن المنطقة كانت محيطاً يتوسع وارتفعت فوق مستوى سطح البحر.

مثال:

شريط عرضه 2كم تكون خلال نصف مليون سنة، احسب معدل توسع قاع المحيط في تلك الفترة؟

الحل:

$$\text{معدل التوسع} = \frac{\text{2 كم}}{\frac{1}{2}\ \text{مليون سنة}} = \frac{2 \times 1000 \times 100\ \text{سم}}{500000} = 0.4\ \text{سم/سنة}$$

مثال:

إذا كان معدل توسع قاع أحد المحيطات 2 سم/سنة، فإذا وجد أن عرض الشريط الذي تم قياسه = 5كم ما الزمن الذي مضى في تكوينه؟

الحل:

$$\text{معدل التوسع} = \frac{\text{5كم}}{\text{ز}} \leftarrow \text{ز} = \frac{\text{5كم}}{\text{2 سم/سنة}} = \frac{5 \times 1000 \times 100}{2} = 250000\ \text{سنة}$$

ما فائدة حساب معدل توسع قاع المحيط؟

1- تأريخ قاع المحيط وتحويله إلى أعمار جيولوجية في أماكن كثيرة من الأرض بدقة.

2- وضع خرائط خاصة لمحاولة معرفة عمر قشرة قاع المحيط في أجزاء من قيعان المحيطات.

مثال:

إذا كان معدل توسع المحيط الأطلسي 4 سم/سنة، فما عمر شريط يبعد 50كم عن ظهر المحيط.

الحل:

$$\text{ز} = \frac{\text{البعد}}{\text{معدل التوسع}} = \frac{50 \times 1000 \times 100}{4} = 1.25 \text{ مليون سنة}$$

ملحق:

1- أعط مثالاً من المناخ القديم تستدل به على فرضية انجراف القارات؟

الجليديات (رسوبيات جليدية).

2- لو قدر لك رسم منحنيي تجول الأقطاب: واحد من أقصى الشمال والآخر من أقصى الجنوب لقارة أفريقيا، هل تتوقع أن يكونا متطابقين أم لا؟ ما تفسيرك للحالتين؟

نعم، إن قارة أفريقيا لم تجزأ وبالتالي فإنها تحركت ككتلة واحدة وبالتالي فإن منحنى تجول القطب الشمالي الظاهري لشمال وجنوب أفريقيا متماثل.

3- علل: تماثل الأشرطة المغناطيسية من حيث عرضها وعمرها وقطبيتها على جانبي ظهر المحيط.

وذلك لأن الماغما عندما تندفع من باطن الأرض باتجاه سطح قاع المحيط فإنها تتدفق على جانبي ظهر المحيط بكميتين متساويتين وتتمغنطان معاً بنفس اتجاه مغناطيسية الأرض القديمة في ذلك الوقت.

4- علل: عدم وجود رسوبيات في قاع المحيط أقدم من العصر الجوراسي.

الجوراسي كان قبل 208 مليون سنة وهو العمر الذي بدأت عنده القارات بالانحراف وحيث أن قاع المحيط بدأ بالتوسع قبل 200 مليون سنة فلا يعقل أن توجد رسوبيات قبل تكون قاع المحيط.

5- علل: يقل عمر صخور قشرة قاع المحيط كلما توجهنا باتجاه المحيط.

وذلك لأن توسع قاع المحيط يبدأ من منطقة الظهر وبالتالي فإن الصخور الأحدث تنشأ من تلك المنطقة وبالتالي يكون عمرها الزمني أقل.

6- ما العلاقة بين قشرة قاع المحيط والستار؟

إن الحركات الدوامية في منطقة الستار (نتيجة اختلاف الكثافة التي ينتج عنها تيارات الحمل) تعمل على إبعاد ظهر المحيط في منطقة الظهر نفسها وهي التي ينتج عنها التوسع كما أن الماغما تندفع منها.

7- وضح كيف تستدل على عمر الأشرطة باستخدام أعمار الأحافير الموجودة في الطبقات الرسوبية؟

إن الطبقات الرسوبية تقابل أشرطة مغناطيسية عادية ومقلوبة وقد تكونت مع بدء تكون الشريط بمعرفة أعمار الأحافير في الطبقات الرسوبية يمكن تقدير أعمار تلك الأشرطة المغناطيسية.

الفصل السادس عشر
نظرية الصفائح التكتونية

اذكر نص نظرية الصفائح التكتونية؟

غلاف الأرض الصخري الصلب مكون من صفائح محيطية وقارية ذات سمك رقيق نسبياً بمتوسط 100كم تتحرك بالنسبة إلى بعضها البعض.

ما النتائج المترتبة على نظرية الصفائح التكتونية؟

1- نشأة المحيطات وتوسعها.

2- بناء السلاسل الجبلية.

3- نشأة القارات وتطورها.

طبيعة الصفائح التكتونية:

- وضح المقصود بالصفيحة الأرضية؟

هي قطعة متماسكة من طبقة الغلاف الصخري تطفو فوق الغلاف المائع وتتحرك على سطحه.

- ما أنواع الصفائح التكتونية (الأرضية)؟

1- صفائح محيطية: مثل صفيحة المحيط الهادي (أكبر الصفائح)، صفيحة كوكس، صفيحة نازكا، صفيحة الفلبين، صفيحة سكوتا، صفيحة كاربين.

2- صفيحة قارية محيطية: مثل صفيحة أفريقيا، صفيحة أمريكا الشمالية، صفيحة الهند واستراليا، صفيحة أوراسيا، صفيحة القارة المتجمدة الجنوبية.

ملاحظة:

1- لا يوجد صفيحة قارية لوحدها إلا وفيها جزء محيطي.

2- الصفيحة كاملة تتحرك مع بعضها البعض ككتلة واحدة وهذا ينقض فرضية انجراف القارات (علل): وذلك لأن فرضية انجراف القارات تفترض انزلاق القارات فوق قشرة محيطية وابتعادها عن بعضها البعض، وأما نظرية الصفائح فتعتبر أن القارة جزء منها محيط موجودان على صفيحة واحدة تتحرك تلك الصفائح بالنسبة لبعضها البعض (أي أن الحركة تشمل الغلاف الصخري بكامله وليس القشرة القارية فقط).

سمك الصفيحة:

1- سمكها تحت المحيط بين 80 إلى 100كم.

2- سمكها عند ظهور المحيط 10كم.

3- سمكها تحت القارات 100 إلى 250كم.

عمر الصفائح:

ملاحظة: أقدم صخور الصفائح المحيطية يصل إلى 195 مليون سنة، وأقدم الصخور القارية يصل عمرها إلى 3960 مليون سنة.

حركة الصفائح: تتحرك الصفائح نسبة إلى بعضها البعض وأنواعها:

1- حركة تباعدية.

2- حركة تقاربية.

3- حركة انزلاقية جانبية.

الحافات القارية وحدود الصفائح:

- ما هي أهم الفروق الموجودة على جانبي كل صفيحة؟

المظاهر الطبوغرافية (شكل تضاريس الأرض).

جدول: مظاهر الحافة الشرقية والغربية لقارة أمريكا الجنوبية

مظاهر الاختلاف	الحافة الشرقية المستقرة	الحافة الغربية النشيطة
الرصيف القاري	عرضه كبير يصل إلى 1500كم في بضع الحالات	عرضه قليل لا يتجاوز 50كم
المنحدر القاري	ميله قليل يصل إلى 4 درجات	ميله كبير جداً
الأخاديد	لا يوجد أخاديد في نهاية المنحدر القاري	يوجد أخدود عميق في نهاية المنحدر القاري
المرتفع القاري	يوجد مرتفعات قارية	لا يوجد مرتفع قاري، إذ أن الأودية البحرية تصب في الأخدود

- **عرف الحافات القارية المستقرة (اللازلزالية):** هي الصفائح الأرضية القارية التي لا تنطبق على الحدود التي تفصل المحيط عن القارة مثل الحافة الشرقية لأمريكا.

- **عرف الحافات القارية النشيطة (الزلزالية):** هي الحدود التي تنطبق بها الحدود القارية مع حدود الصفيحة، مثال: الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية.

- أي الظواهر الأكثر انتشاراً لحافات القارات بالنسبة لحافتي أمريكا الجنوبية؟

الحافة الواقعة على المحيط الأطلسي (الحافات القارية المستقرة اللازلزالية).

حدود الصفائح: اذكر أنواع حدود الصفائح؟

1- حدود متباعدة.

2- حدود متقاربة.

3- حدود انزلاقية جانبية.

ملاحظات:

ظهور المحيطات: تبتعد الصفائح عن بعضها بعضاً.

الأخاديد البحرية: تقترب الصفائح من بعضها بعضاً.

صدوع التحويل: تتحرك الصفائح بمحاذاة بعضها بعضاً.

الحدود المتباعدة: هو نوع من حدود الصفائح يحدث في قاع المحيط ينتج عنه تباعد الصفائح الأرضية عن بعضها البعض.

علل: تسمى الحدود المتباعدة حدوداً بناءة (بنائية).

وذلك لأن تباعد الصفائح الأرضية عن بعضها البعض تنبثق عنه ماغما على طول الحدود من الستار العلوي مكونة غلافاً صخرياً جديداً يستمر في التوسع طالما وجد انبثاق للماغما.

- ما مميزات حدود التباعد بين الصفائح؟

نشأة ظهر المحيط في منطقة التوسع.

- وضح كيف أن فرضية الصفائح تدعم فرضية هس في نشأة قاع المحيط؟

1- نفترض فرضية الصفائح أن ابتعاد الصفائح عن بعضها البعض ينتج عنه حفرة انهدام فتنبثق عنها الماغما وتملأ منطقة الحفرة.

2- يستمر توسع المنطقة حتى يملأها الماء وباستمرار التوسع تظهر قشرة محيطية جديدة لتشكل قاع محيط يتوسع باستمرار، وهذا يدعم فرضية هس التي بنيت على هذا الأساس.

- وضح آلية نشأة قاع المحيط حسب فرضية الصفائح التكتونية؟

1- صعود الماغما من الستار العلوي إلى أسفل الغلاف الصخري، يتمدد الغلاف الصخري القاري نتيجة الحرارة، يتقوس لأعلى، تنشأ اجهادات توتر ثم تتكون تشققات.

2- استمرار اجهادات التوتر، ينكسر الغلاف الصخري ويحدث صدوع عادية ثم تنزلق أجزاء من الصفيحة القارية ثم تحدث صدوع خسفية (حفرة الانهدام) ثم تدفق الماغما وتراكمها في حفرة الانهدام (حفرة الانهدام شرقي أفريقيا).

3- تتباعد الصفيحتان القاريتان عن بعضهما فتندفع الماغما ويتكون غلاف صخري جديد ثم تتحول حفرة الانهدام لبحر ضيق (مثال البحر الأحمر "انفصال الصفيحة العربية عن الأفريقية).

4- استمرار عملية التوسع ثم تباعد الجزأين المنفصلين ثم يكون كل جزء صفيحة مستقلة تفصل بينها حدود متباعدة ثم تظهر في وسط المحيط على صورة سلسلة ظهر المحيط (المحيط الأطلسي وشرقي المحيط الهادي).

ملاحظة:

1- مثال على حركة تباعد صفائح (تباعد صفيحة أمريكا الجنوبية عن صفيحة أفريقيا).

2- نتائج الابتعاد هي ظهور المحيطات.

- **عرف الحدود المتقاربة:** هو تقارب صفيحتين أرضيتين من بعضها البعض بحيث أما أن تغوص أحداهما تحت الأخرى أو تتصادما مباشرة.

- **علل:** تسمى الحدود المتقاربة حدوداً هدامة.

لأن إحدى الصفائح ستقترب من الأخرى إلى درجة تجعلها تغوص تحتها أو تصطدم بها وهذا سيؤدي إلى نقصان القشرة الأرضية في تلك المنطقة.

- ما أنواع حدود الصفائح المتقاربة؟ وما نوع الصفائح المتقاربة؟

1- حدود طرح:

أ- صفيحة محيطية مع أخرى قارية.

ب- صفيحة محيطية مع أخرى محيطية.

2- حدود تصادم: تقارب صفيحة قارية مع أخرى قارية.

حدود طرح : تقارب صفيحة محيطية مع قارية.

- ما المظاهر الناتجة من تقارب صفيحة محيطية مع أخرى قارية؟

1- أخاديد بحرية.

2- نشاطات نارية جوفية وسطحية.

- وضح كيف ينشأ الأخدود البحري؟

انثناء لصفيحة المحيطية نتيجة غطسها تحت صفيحة أخرى، ثم يتجمع في الأخدود رسوبيات كثيرة (خصوصاً الرسوبيات من القارة).

ملاحظة:

يعد وجود الأخاديد البحرية دليلاً على استهلاك الصفيحة المحيطية.

- وضح كيف ينشأ النشاط البركاني الجوفي؟

1- تغطس الصفيحة المحيطية في الغلاف المائع ثم تأخذ جزءاً من الرسوبيات في الأخدود ثم ترتفع درجة حرارتها ثم يخرج الماء منها.

2- تنصهر الصفيحة الغاطسة (الانصهار الجزئي) وتنصهر الرسوبيات أيضاً والناتج يكون ماغما ذات تركيب كيميائي مختلف عن تركيب القشرة المحيطية (يشبه تركيب صخور الانديزيت).

- وضح كيف ينشأ النشاط البركاني السطحي؟ [وضح كيف تنشأ أقواس الجزر (الجزر البركانية)؟].

1- كثافة الماغما أقل من كثافة صخور الستار فترتفع الماغما لأعلى فيتكون توضعات نارية تحت سطح القشرة القارية ثم تبرد الماغما لتكون صخوراً نارية جوفية.

2- تصل الاندفاعات إلى السطح على حافة القارة فيتكون براكين متوزعة طولياً على شكل قوس يوازي الأخدود (القوس البركاني) أمثل على الأقواس البركانية: براكين جبال الأنديز.

تقارب صفيحة محيطية مع أخرى محيطية:

- ما هي المظاهر التي تنتج عن صفيحتين محيطيتين؟

1- أخاديد بحرية.

2- جزر بركانية (أقواس الجزر).

- وضح كيف ينتج كل من:

أ- أخدود بحري ناشئ من تقارب صفيحتين محيطيتين.

ب- أقواس الجزر (الجزر البركانية).

وجه المقارنة	الجزرالبركانية	الأقواس البركانية
نوع الصفائح المتقاربة	محيطيتان	محيطية وقارية
مكان وجودها	على المحيط (البحر)	على اليابسة
تركيبها	بازلتية	انديزيت
أمثلة	جزر الألوشي، الماريانا،	جبال

	التونغا	الأنديز

حدود تصادم: ما نوع الصفائح الأرضية الناشئة من حدود التصادم؟ وما نوع تلك الحدود؟

صفيحة قارية مع أخرى قارية (نوعها حدود تقارب).

- وضح طريقة التحام أو تصادم صفيحة قارية مع قارية؟

1- تتحرك الصفيحة الميحطية باتجاه واحد نحو القارة وتغطس تحتها ثم يتكون نطاق طرح وتستهلك تدريجياً مع الزمن.

2- تتقارب الصفيحتان فتستهلك الصفيحة في الغلاف المائع ثم نشاط بركاني ثم تتكون براكين انديرزيتية التركيب على شكل أقواس بركانية ثم تتعرض الأقواس للتعرية فتتراكم الرسوبيات على حافات القارات المتقاربة.

3- تغطس الصفيحة المحيطية ثم تضمحل الصفيحة تدريجياً حتى تغطس جميعها في الستار فيتوقف النشاط الناري.

ملاحظة: 1- الصفيحتان القاريتان لهما طبيعة طفوية.

ملاحظة: 2- تقارب الصفيحتين القاريتين يؤدي لحدوث تصادم.

ملاحظة: 3- يمكن أن تنزلق إحدى الصفيحتين تحت الأخرى.

ملاحظة: 4- تصادم الصفيحتين يؤدي إلى التحامهما على طول نطاق الالتحام الذي يمثل مواقع طرح قديمة.

- اذكر أهم المظاهر الناتجة من تصادم صفيحتين قاريتين والتحامهما؟

1- تكون طيات وصدوع عكسية يزداد سمكها مع الزمن.

2- سلاسل جبلية من الصخور الرسوبية والمتحولة.

3- أقواس بركانية.

4- ظهور جزء من القشرة المحيطية فوق القارة.

- كيف تستدل على وجود قشرة محيطية أو أجزاء منها على القارة؟

1- وجود لابا وسادية لا تتكون إلا في المحيطات.

2- تعاقب صخور الأفيوليت يشبه لحد كبير تركيب قاع المحيط.

3- وجود رواسب بحرية عميقة مثل الراديولاريا الذي يروافق اللابا الوسادية دائماً.

أمثلة على منطقة التحام قشرة قارية مع قارية: جزيرة قبرص، سلسلة جبال عثمان، وشمالي سوريا.

أمثلة على قشرة محيطية متكشفة: نفس الشيء جزيرة قبرص وسلسلة جبال عمان وشمالي سوريا.

- وضح كيف تتم الحركة الانزلاقية الجانبية عند ظهر المحيط؟

1- تتحرك الصفيحة الأولى نحو اليسار انطلاقاً من ظهر المحيط أ.

2- تتحرك الصفيحة الثانية نحو اليمين انطلاقاً من ظهر المحيط أ.

3- تتحرك الصفيحة الثالثة باتجاه اليسار انطلاقاً من ظهر المحيط ب.

4- تتحرك الصفيحة الرابعة باتجاه اليمين انطلاقاً من ظهر المحيط ب.

5- إذن، تتحرك الصفيحتان الأولى والرابعة حركة جانبية متعاكسة على طول الصدع التحويلي، وهذا يسمى حركة الصفائح الجانبية.

- ما أبرز الجبال المتكونة نتيجة اصطدام أو التحام قشرة قارية مع أخرى محيطية.

سلسلة جبال الهملايا التي تكونت نتيجة اصطدام الهند بوسط آسيا.

- ما أبرز المظاهر لحدود التقارب؟ التحول الإقليمي.

- عرف الحدود الانزلاقية الجانبية: هو نوع من الحدود تتحرك الصفائح فيه بمحاذات بعضها البعض في اتجاهين متضادين على طول صدوع التحويل دون تكون غلاف صخري جديد.

- علل: تسمى الحدود الانزلاقية الجانبية حدوداً محافظة.

وذلك لأنه لا يتكون غلاف صخري جديد ولا يستهلك الغلاف الصخري الموجود بل تحافظ على مساحة الغلاف الصخري.

- ما أبرز المظاهر الناشئة عن الحدود الانزلاقية الجانبية؟ الزلازل.

- اذكر أمثلة على الحدود الجانبية الانزلاقية؟

صدع الأردن التحويلي (صدع البحر الميت التحويلي)، صدع سان اندرياس في مدينة سان فرانسيسكو.

- وضح الفرق بين فرضية هس والصفائح؟

هس:

1- التوسع لقاع المحيط يتم للقشرة الأرضية فقط الموجودة في قاع المحيط.

2- الحركة تتم فقط للقشرة المحيطية دافعة معها القارات.

الصفائح:

1- التوسع يتم لكامل الغلاف الصخري لقاع المحيط.

2- الحركة تتم للصفيحة كاملة قارية ومحيطية معاً.

جدول:

نوع حركة الصفائح	نوع الصفيحتين	أبرز المظاهر الناشئة عنها	أمثلة عليها
1- تباعدية	محيطية مع محيطية	1- توسع قاع المحيط ونشوء قاعه (ابتعاد القارات). 2- نشوء قاع محيط جديد	1- توسع قاع المحيط الأطلسي. 2- التباعد بين صفيحتي نازكا والمحيط الهادي.
2- تقاربية	أ- محيطية مع محيطية	1- أخاديد بحرية 2- أقواس الجزر (جزر بركانية)	1- جزر الألوشي بمحاذاة أخدود الألوشي 2- جزر الماريانا بمحاذاة أخدود الماريانا 3- جزر التونغا بمحاذاة أخدود التونغا
	ب- محيطية مع قارية	1- أخاديد بحرية 2- نشاطات نارية	جبال الأنديز

نوع حركة الصفائح	نوع الصفيحتين	أبرز المظاهر الناشئة عنها	أمثلة عليها
		جوفية وسطحية (أقواس بركانية)	
	ج- قارية مع قارية	1- براكين انديزيتية 2- نطاق الالتحام بين قارتين	1- جزيرة قبرص 2- جبال عُمان 3- شمالي سوريا
3- انزلاقية جانبية	محيطية مع محيطية	زلازل، براكين بحرية	صدع سان اندرياس قرب مدينة سان فرانسيسكو
	قارية مع قارية	زلازل نشطة	صدع الأردن التحويلي (صدع البحر الميت التحويلي)

- عرف القوة المحركة للصفائح: يوجد عدة فرضيات تفسر القوة التي نتج عنها حركة الصفائح وأكثرها قبولاً فرضية تيارات الحمل.

- وضح فرضية تيارات الحمل التي ينتج عنها حركة الصفائح؟

1- عندما تسخن المواد أسفل الستار نتيجة تركيز العناصر المشعة تقل كثافتها فتصعد لأعلى.

2- تخرج بعض الماغما من ظهر المحيط وينتج عنها غلاف محيطي جديد.

3- معظم مادة الماغما تنتشر جانبياً أسفل الغلاف الصخري وتجره مبتعدة عن ظهر المحيط.

4- تبرد الماغما تدريجياً وتصبح أكثر كثافة لتبدأ في الغطس من جديد إلى أسفل ساحبة معها الصفيحة التي تعلوها.

- فسر كل مما يلي تبعاً لفرضية تيارات الحمل:

1- تكون قشرة محيطية جديدة (تباعد صفيحتين محيطيتين): توجد في الغلاف المائع خلال حمل تشكل تيارات صاعدة تعمل على تباعد الصفائح المحيطية لتخرج الماغما وتشكل غلافاً محيطياً جديداً.

2- أنطقة الطرح بين الصفائح القارية والمحيطية: توجد في الغلاف المائع خلايا حمل تشكل تيارات هابطة ينتج عنها جر الصفيحة المحيطية تحت القارية لتشكل مناطق الطرح.

ملاحظة:

إن زيادة درجة الحرارة في بعض مناطق مادة الستار ناتج عن المواد المشعة.

ملحق:

1- أقدم صخور القشرة المحيطية تبلغ من العمر 195 مليون سنة في حين يعود عمر أقدم صخور القشرة القارية إلى 3960 مليون سنة، فسر هذا الاختلاف

على ضوء نظرية الصفائح التكتونية؟ الجواب: وذلك لأنه في منطقة ظهر المحيط يتم بناء غلاف صخري جديد باستمرار لقاع المحيط واستهلاكه عند أطراف القارات في أنطقة الطرح بحيث لا يتجاوز عمر أقدم الصخور فيها 195 مليون سنة. في حين أن القشرة القارية لا تشارك في تشكيل كتل جديدة أو هدمها (استهلاكها) لذلك فهي قديمة جداً.

2- افترض أن صفيحة ما تتحرك بمعدل 3.2 سم/سنة باتجاه الشمال الغربي. ما بعد موقع هذه الصفيحة نسبة إلى مكانها الأصلي بعد 100 مليون سنة؟

الجواب:

المعدل = $\frac{ف}{ز}$ ← 3.2 سم = $\frac{ف}{100 \times 1000000}$ ← ف = 3.2×10^{8}

= 3200كم.

3- صفيحة محيطية مساحتها 3.2×10^{8} كم2 يبلغ معدل تزايد مساحة الصفيحة المحيطية نفسها التي تتشكل من جديد 2.8 كم2/سنة ما متوسط عمر الصفيحة المحيطية؟ افتراض أن معدل تكون الصفيحة المحيطية ثابت خلال الماضي؟

الجواب: متوسط التوسع = $\frac{302 \times 10^{8}}{2.8}$ = 114 مليون سنة.

4- وضح في ضوء نظرية الصفائح التكتونية وجود رسوبيات من قاع المحيط ضمن مكونات الجبال؟ الجواب: عند تصادم صفيحتين قاريتين يتم قشط قسم من رسوبيات قاع المحيط ونتيجة انضغاط القارتين ترتفع الرسوبيات لأعلى فينتج عنها طيات وصدوع عكسية وباستمرار التصادم تتراكم فوق بعضها البعض منتجة سلسلة جبال تتضمنها رسوبيات قارية.

5- تعلم أن القمر أصغر حجماً من الأرض وغلافه الصخري أكثر سمكاً بكثير من غلاف الأرض الصخري ونصف قطره يبلغ 1740 كم وسمك غلافه الصخري 1000كم هل تتوقع وجود نشاط تكتوني على سطح القمر كما هو الحال في الأرض. علل.

الجواب:

لا، وذلك لأن السمك الكبير للغلاف الصخري في القمر لن يؤثر فيه حركة تيارات الحمل في الغلاف المائع له وبالتالي لن تستطيع إزاحة تلك القشرة الكبيرة بالمقارنة مع صغرها على سطح الأرض.

6- اقترح غير الجيولوجيين فيما يتعلق بظاهرة تجول القطب الظاهري أنها ناتجة من دوران الأرض برمتها على اعتبار أن الغلاف الصخري كله قطعة واحدة في حين تفترض نظرية الصفائح التكتونية أن الغلاف الصخري

يقسم إلى صفائح (ومنها القارات) تتحرك حركة مستقلة، اقترح دليلاً يتناقض مع هذا الاقتراح.

الجواب:

وذلك لأن القارة بانغايا كانت متصلة معاً وتحركت معاً لكان لكل قارة قطب منفرد عن الأخرى وهذا يناقض ما هو معروف الآن بأن الأرض كلها قطب مغناطيسي شمالي واحد بحيث أنه لو تم جمع القارات لتشكل قارة واحدة فسينطبق منحنيا التجول الظاهرة لكل منها.

7- تمتاز الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية بوجود نشاط تكتوني في حين أن الحافة الشرقية خاملة تكتونياً (حديثاً) فسر إجابتك في ضوء نظرية الصفائح التكتونية. الجواب: لأن الحافة الشرقية هي جزء من صفيحة (قارية محيطية) امتدادها بعيد عن النشاط البركاني في ظهر المحيط أما الحافة الغربية فهي عبارة عن حد صفيحة قارية تقترب من صفيحة نازكا المحيطية لذا فهي نشطة زلزالياً.

8- افترض أن جزيرة بركانية على امتداد ظهر المحيط قد انقسمت نتيجة التشققات وتتوسع قاع المحيط، بحيث يتحرك كل نصف منها جانبياً بعيداً عن ظهر المحيط بمعدل 2 سم/سنة احسب المسافة بالكيلومترات بين الجزأين المنفصلين بعد مليون سنة.

الجواب:

المسافة = ف = 2 × المعدل × الزمن

2 × 2 × 1000000 = 40 كم

نضرب بـ 2 عندما يطلب بعد نقطتين متماثلتين على جانبي ظهر المحيط.

9- إذا رأيت أحزمة مزدوجة من الصخور المتحولة متوازية مع بعضها ومع الأخدود البحري. فسر تكون هذه الأحزمة، وهل تعد هذه الأحزمة دليلاً على عملية الطرح (علل).

الجواب:

أثناء عملية الطرح لقشرة محيطية تحت قشرة قارية ينتج عنها نشاط بركاني جوفي وسطحي فالحرارة الناتجة عن هذا الطرح ينتج عنها تماس حراري بين صخور القشرة القارية والنشاط الناري الجوفي فيحدث تكون صخور متحولة في أماكن الطرح، وهذا دليل على صحة فرضية طرح المحيط تحت القارة والذي لا يحدث إلا على حافات القارات.

مقارنة:

وجه المقارنة	فغنر	الصفائح
الأجزاء المتحركة	القارات تتحرك فوق القشرة المحيطية	الصفائح القارية والمحيطية، والمحيطية فقط تتحرك بالنسبة لبعضها البعض
التضاريس (الطبوغرافية الناشئة)	لا يوجد تضاريس مميزة تنشأ عن هذه الحركة (تفترض قيعان المحيطات ملساء)	جميع التضاريس (الطبوغرافيات) يمكن تفسيرها باستخدام فرضية الصفائح (تؤكد على أن تضاريس المحيط خشنة)
المسبب للحركة	قوة جذب القمر	تيارات الحمل في الستار العلوي
الدلائل المؤيدة	1- تطابق حافات القارت 2- تشابه أنواع الأحافير 3- تطابق الصخور والتراكيب 4- المناخ القديم 5- المغناطيسية	طبوغرافية القشرة القارية والمحيطية

وجه المقارنة	فغنر	الصفائح
	القديمة	
النقائص	1- قـــوة جـــذب القمر ضعيفة 2- قــاع المحــيط خشن	لا يوجد نقائض

الفصل السابع عشر
الزلازل والبراكين وحركة الصفائح

- **عرف الزلزال:** هو اهتزاز مفاجئ بالنسبة لنا لسطح الأرض نتيجة الطاقة المتحررة من تكسر طبقة سميكة من الصخور على أعماق تتراوح بين سطح الأرض وحتى 700 كم.

- ما أنواع الزلازل:

1- زلازل بركانية (تنشأ عند حدوث ثورة بركانية لأحد الجبال).

2- الزلازل التكتونية (الزلازل الناشئة عن حركة الصفائح التكتونية).

ما الفرضية التي تقدم تفسيراً مقبولاً لحدوث الزلازل التكتونية؟

فرضية الارتداد المرن.

- وضح نظرية الارتداد المرن حين تقدم تفسيراً لحدوث الزلازل التكتونية [كيف فسرت نظرية الارتداد المرن الزلازل التكتونية].

1- تحرك تيارات الحمل الصفائح فتنحني الصخور وتخزن طاقة.

2- تتغلب الطاقة على قوة الصخر فينكسر الصخر ثم تتحرر الطاقة المختزنة على شكل موجات زلزالية ينتج عنها الزلزال.

3- تؤدي هذه العملية إلى تكون الصدوع.

4- في حالة كون الصدع نشيطاً فالحركة على مستوى الصدع تقل أو تتوقف نتيجة قوة الاحتكاك فتخزن الصخور طاقة مرنة.

5- تتغلب هذه الطاقة على الاحتكاك على مستوى الصدع فيحدث الانزلاق ثم تحدث إزاحة على امتداد الصدوع ثم تتحرر الطاقة المختزنة على شكل موجات زلزالية.

- وضح العلاقة بين حدوث الزلزال ونظرية حركات الصفائح الأرضية؟

إن حدوث الزلازل مرتبط بحافات الصفائح حيث تنتشر الزلازل على طول حافات الصفائح تعرف بأحزمة الزلازل.

- **عرف أحزمة الزلازل:** هي أماكن انتشار الزلازل بشكل مرتبط مع الأخاديد البحرية وأقواس البراكين وظهور المحيطات وصدوع التحويل ومناطق الاصطدام بين الصفائح.

- **عرف البؤرة الزلزالية:** هي النقطة التي تبدأ منها انطلاق الموجات الزلزالية عند حدوث صدع فيها.

علل: تعتبر مواقع البؤر الزلزالية دليلاً على صحة فرضية الصفائح؟

وذلك لأن البؤر الزلزالية تتجمع على شكل أحزمة مرتبطة مع الأخاديد وأقواس البراكين وظهور المحيطات وصدوع التحويل ومناطق الاصطدام بين الصفائح أي تمثل مواقعها حدود الصفائح الأرضية وبالتالي تدعم فرضية الصفائح.

- اذكر مواقع أحزمة الزلازل؟

1- الحزام الزلزالي الذي يحيط بالمحيط الهادي محاذياً للأخاديد.

2- الحزام الزلزالي الواقع على طول ظهور المحيطات ويمتد من وسط المحيط الأطلسي إلى شرقي المحيط الهندي (متعلق بصدوع التحويل).

3- حزام البحر الأبيض المتوسط (يقع في مناطق الاصطدام بين الصفائح).

- اذكر أهم أنواع الزلازل (من حيث موقع البؤرة الزلزالية في العمق).

1- زلازل ضحلة.

2- زلازل متوسطة.

3- زلازل عميقة.

- ما أنواع الزلازل المنتشرة في كل من:

1- الأخاديد البحرية:

أ- ضحلة (قريباً من الأخاديد البحرية).

ب- المتوسطة (داخل القارة في الأسفل).

ج- العميقة (داخل القارة في الأسفل).

2- عند ظهور المحيطات:

لا يوجد إلا زلازل ضحلة (لا يوجد زلازل عميقة ومتوسطة).

وضح كيف تنشأ الزلازل العميقة (عميقة البؤر) عند مناطق الطرح حسب نظرية الصفائح التكتونية؟

1- تغطس الصفيحة المحيطية داخل الستار العلوي (الغلاف المائع) ثم ترتفع درجة حرارتها لكن درجة الحرارة تبقى منخفضة نسبياً لأن مواداً باردة تضاف إليها باستمرار ويمكن حدوث زلازل ذات بؤر عميقة.

2- تنتج هذه الزلازل من أن غطس الصفيحة المحيطية يقابلها مقاومة من الغلاف المائع في أثناء عملية الطرح لأنه ليس سائلاً.

3- ينتج تخزين للطاقة داخلها بدلاً من الغلاف المائع ثم تزيد الطاقة المخزونة على مقاومة الغلاف المائع.

4- تنزلق الصفيحة المحيطية فجأة بالنسبة لنا محررة الطاقة المخزونة على شكل موجات زلزالية.

- **علل:** لا يوجد زلازل على عمق 700كم وأكثر.

وذلك لأن الصفيحة المحيطية الغاطسة على عمق أكبر من 700كم تنصهر بحيث تصبح خصائصها الفيزيائية مشابهة للغلاف المائع فلا تستطيع تخزين الطاقة بداخلها أي لا يوجد زلزال فيها.

- **عرف أنطقة بينيوف:** هي أنطقة النشاط الزلزالي المائل في أنطقة الطرح والتي تمتد من الأخدود البحري حتى نهاية الغلاف المائع.

ما فائدة معرفة توزيع الزلازل حول الأخاديد البحرية؟

في معرفة زاوية هبوط الصفيحة المحيطية الغاطسة في مادة الستار.

- **علل:** يتركز حدوث الزلازل على حدود الصفائح وليس بداخلها.

لأن الصفيحة الواحدة في أثناء حركتها تنتقل بصورة كلية يعني أن الحركة ضمن الصفيحة الواحدة تكون تقريباً معدومة إذا قورنت بالحركة بين صفيحة وأخرى عند حدود الصفائح فالحركات تتركز حول المناطق الحدودية

للصفائح وبما أن الزلازل تتولد نتيجة للحركات الأرضية فإنها تتركز في هذه المناطق.

البراكين وحركة الصفائح:

- **عرف البركان:** هو خروج ماغما الستار عبر شقوق قشرة الأرض أما في المحيطات أو القارات.

- ما أنواع البراكين من حيث نوع الصخور الناشئة؟ محدداً أماكن تواجدها؟

1- بازلتية: في قيعان المحيطات.

2- أنديزيتية:

أ- في القارات عند حدود الطرح.

ب- في المحيطات عند تصادم صفيحة محيطية مع محيطية.

3- ريوليتية: في القارات عند طرح صفيحة محيطية تحت قارية واصطدام صفيحتين قاريتين معاً.

اذكر أهم مواقع وجود التبركن على سطح الأرض؟

1- تبركن عند ظهر المحيط.

2- تبركن عند أنطقة الطرح.

3- تبركن داخل الصفيحة.

التبركن عند ظهور المحيط:

- وضح كيف تنشأ البركنة عند ظهور المحيط؟

1- تبتعد الصفائح عن بعضها فينخفض الضغط المؤثر في صخور الستار العلوي (البرودوتيت).

2- تنخفض درجة انصهار الصخور فينتج انصهار جزئي ثم تتكون ماغما بازلتية تصعد لأعلى فتملأ الشقوق الناشئة من تباعد الصفائح.

التبركن عند أنطقة الطرح: غطس صفيحة تحت قارية أو تحت محيطية.

(محيطية محيطية .... جزر بركانية)

(محيطية قارية .... أقواس الجزر)

ملاحظة:

نوع الصخور في الجزر البركانية وأقواس الجزر انديزيتية.

ـ عرف الماغما الغرانيتية: ينتج في بعض الحالات عند أنطقة الطرح أن تكون المواد الأم رواسب تحتوي على نسبة كبيرة من السيليكا التي تم نقلها إلى أنطقة الطرح.

التبركن داخل الصفيحة:

- وضح كيف فسر الجيولوجيون تكون جزر (هاواي، مدوي، الألوشي).

وذلك عن طريق ما يعرف بفرضية البقعة الساخنة داخل الستار حيث تعمل هذه البقعة على صهر الصخور التي تعلوها حيث تقذف الماغما لأعلى وباستمرار تراكم الماغما تتشكل الجزر ونتيجة حركة الصفيحة تبدأ الجزر بالظهور على خط مستقيم.

وضح المقصود بفرضية البقعة الساخنة؟ وما هو مظاهرها؟

حيث تعمل هذه البقعة على صهر الصخور التي تعلوها حيث تقذف الماغما لأعلى وباستمرار تراكم الماغما تتشكل الجزر ونتيجة حركة الصفيحة تبدأ الجزر بالظهور على خط مستقيم.

ومظاهرها وجود جزر في المحيط على خط واحد.

اذكر أهم المناطق التي يوجد تحتها بقعة ساخنة؟

منطقة آيسلندا، جزيرة هاواي.

- وضح أهمية البقع الساخنة في معركة حركة الصفائح؟

إن أهميتها ترجع بأنها تشكل نقاطاً مرجعية مطلقة لوصف حركة الصفيحة، أي يمكن تحديد السرعة الفعلية للصفائح.

- احسب متوسط سرعة الصفيحة المحيطية (للمحيط الهادي) إذا علمت أن بعد جزيرة تويكاشو) 2000كم عن جزيرة هاواي والتي يقود عمر صخورها بحوالي 15 مليون سنة.

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{ف}}{\text{ز}} = \frac{2000 \times 1000 \times 100}{15000000} = 13.3 \text{ سم/سنة}$$

جدول:

	الدليل	التعليل
أدلة على حدود الصفائح	1- توزيع الزلازل والبراكين في أحزمة	وذلك لوجود حركة نسبية بين تلك الصفائح فحدوث تلك الزلازل البراكين ناجمة عن تلك الحركة

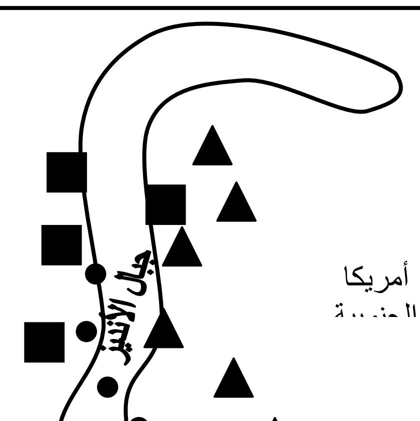
	الدليل	التعليل
	2- المظاهر الطبوغرافية: ظهور المحيطات والأخاديد	وذلك لأن الحركة التباعدية والتقاربية ينتج عنها تلك المظاهر الطبوغرافية والتي تعتبر دليلاً على وجوها
	1- تطابق حافات القارات على عمق 900م	نتيجة ابتعادها وحدوث عملية التعرية لها وحت في المناطق فوق 900م
أدلة على حركة الصفائح	2- منحنى تجول الأقطاب الظاهري	نتيجة تطابقها مع بعضها البعض لكل القارات عند جمعها معاً
	3- تماثل الأشرطة المغناطيسية على جانبي ظهر المحيط من حيث الشدة والقطبية وعرض الشريط	وذلك لأن الحركة التباعدية لظهر المحيط يعمل على نشوء ماغما تتمغنط بحسب مغناطيسية الأرض في ذلك الوقت
	4- تركيب قشرة قاع المحيط	جميع الصفائح المحيطية من البازلت والتي تكونت بنفس الطريقة
	5- نطاق	نتيجة طرح إحدى الصفيحتين

	الدليل	التعليل
	بينيوف	(المحيطية) تحت الصفيحة الأخرى (القارية) لينتج عنها زلازل نطاق بينيوف
	6- البقع الساخنة	لأن حركة القارات فوق البقع الساخنة (لينتج جزر على امتداد خط واحد)
	7- انبثاق براكين بازلتية من ظهور المحيطات	الذي ينجم عن تباعد صفيحتين محيطيتين
	8- أحزمة الصخور المتحولة المتوازية وموازية للأخدود البحري	نتيجة نشوء براكين جوفية (تعمل على وجود تماس حراري عند انزلاق الصفيحة المحيطية تحت القارية)
	9- موازاة ظهر المحيط الأطلسي لحافات القارات	وذلك لأن حركة الصفائح المحيطية ناشئة بالأصل عن انقسام القارة وتشكل صفائح لها

ملحق:

الشكل يبين خريطة لمواقع الزلازل وعمقها على طول الشواطئ الغربية لأمريكا الجنوبية:

1- ماذا تمثل هذه الأحزمة



الزلزالية؟

الجواب:

تمثـل أنطقـة بينيـوف نتيجـة انزلاق صفيحة المحيط الهادي (نازكا) تحت صفيحة أمريكا الجنوبية.

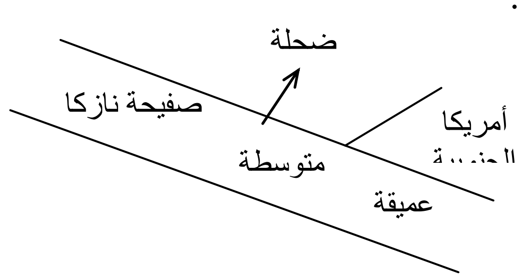
2- لمـاذا هنـاك ازديـاد عمـق الزلازل من الغرب إلى الشرق؟

الجواب:

وذلك لأن الصفيحة تغطس من الغرب إلى الشرق.

3- ارسم نموذجاً يفسر توزيع البؤر الزلزالية بهذا الشكل؟

الجواب:



دار اليــازوري العلميــة

4- كيف تبرهن من توزيع بؤر الزلازل المبين أن الصفيحة التي تغطس في الستار هي صفيحة محيطية؟

الجواب:

لأن الصفائح التي تغطس وتكون بؤراً زلزالية عميقة هي ذات كثافة أعلى من كثافة القارة وبالتالي تكون بازلتية محيطية.

5- هل من أدلة أخرى تؤيد تفسيرك؟

الجواب:

نعم، لأن البؤر العميقة لا يمكن أن تنشأ إلا نتيجة طرح صفيحة محيطية.

جدول مقارنة الحدود المتباعدة والمتقاربة:

وجه المقارنة	**الحدود المتباعدة**	**الحدود المتقاربة**
نوع الزلازل	ضحلة	عميقة، متوسطة، ضحلة
نوع الصدوع	عادية (أحواض خسفية)	عكسية
نوع البراكين	بازلتية	انديزيتية
التدفق الحراري	عال	منخفض
نوع	توتر	ضغط

الإجهاد		

ما نوع حدود الصفائح ذات العلاقة بالمناطق أو الظواهر الآتية؟

صدع الأردن التحويلي: انزلاقية جانبية.

جبل الهملايا: حدود تصادم.

البحر الأحمر: حدود متباعدة.

جبال الأنديز: حدود طرح.

صدع سان اندرياس: انزلاقية جانبية.

اليابان: بقعة ساخنة.

جبل الأورال: حدود تصادم.

جبال الألب: حدود تصادم.

جزيرة هاواي: بقعة ساخنة.

ملاحظة: 1- العمق التقريبي للزلزال التي تحدث على مسافة 200كم هو 200كم.

ملاحظة: 2- العلاقة بين المسافة (البعد عن منطقة الطرح) وعمق الزلازل هي طردية.

ملاحظة: 3- قد تكون المنطقة باردة نتيجة نزول بعض الرواسب السيليكاتية مع الصفيحة الغاطسة.

ملاحظة: 4- يتوقف النشاط الزلزالي على عمق ما، لأن طبيعة الصفيحة الغاطسة تصبح مشابهة للحالة الفيزيائية لمادة الستار.

ملاحظة: 5- الدليل على أن هاواي تقع فوق بقعة ساخنة هو أن جزيرة هاواي تقع على نفس امتداد خط تشكل الجزر والذي يمثل اتجاه حركة الصفيحة المحيطية.

سؤال: افترض أن عمر صخور جزيرة ما 8 مليون سنة، والمسافة 800كم وعمرها 8 مليون سنة. احسب معدل حركة الصفيحة في المنطقة (بالسم/السنة).

الحل:

$$\text{المعدل} = \frac{\text{ف}}{\text{ز}} = \frac{800 \times 10^{5}}{8 \times 10^{6}} = 10 \text{ سم/سنة}.$$

- علل: اختلاف معدلات التوسع لكل محيط.

بحسب مقدار قوة تيارات الحمل التي تعمل على أبعاد الصفائح عن بعضها البعض عند منطقة ظهر المحيط ومقدار الماغما المتدفقة.

ملاحظة: 1- قطع من قشرة الأرض وأعلى الستار تدعى الصفائح.

ملاحظة: 2- كتلة قارية بدأت بالانقسام إلى أجزاء قبل 200 مليون سنة هي بانغايا.

ملاحظة: 3- تبتعد الصفائح عن بعضها بعضاً عند ظهر المحيط.

ملاحظة: 4- سلاسل من الجبال مغمورة تحت المياه وترتفع عن مستوى قاع المحيط هي ظهر المحيط.

ملاحظة: 5- النظريات التي تنص على أن القارات دفعت نتيجة الحركة التباعدية عند ظهور المحيط هما نظرية الصفائح وتوسع قاع المحيط.

ملاحظة: 6- العملية التي تحصل أثناء تكون قشرة محيطية جديدة هي توسع المحيط.

ملاحظة: 7- حركة الصفائح على الغلاف المائع هي نظرية الصفائح.

ملاحظة: 8- حفرة الانهدام تتكون عند الحدود الأجانبية.

ملاحظة: 9- القوى المحركة للصفائح ناتجة عن تيارات الحمل.

ملاحظة: 10- مفهوم القارات من وجهة نظر فرضية انجراف القارات تعني أنها تتحرك على سطح قاع المحيط.

ملاحظة: 11- الأشرطة المغناطيسية على أحد جانبي ظهر المحيط تكون علاقتها مع الجانب الآخر متماثلان (الواحد مرآة للآخر).

ملاحظة: 12- جبال الهملايا تكونت بواسطة تصادم قارة الهند مع أوراسيا.

ملاحظة: 13- الزلازل ذات البؤر العميقة تكون مصاحبة لأنطقة الطرح.

ملاحظة: 14- أجزاء من الصفيحة القارية تكونت نتيجة تكسرها وتشققها نتيجة صعود الماغما هي الانهدام.

ملاحظة: 15- حفرة الانهدام وظهر المحيط والأخدود تمثل حدوداً للصفائح.

ملاحظة: 16- الأدلة على أن الأرض نظام غير سكوني (دينامي متحرك باستمرار) هي الشواطئ المرتفعة والمدن المغمورة وتطابق القارات.

ملاحظة: 17- صفيحتان تتحركان مبتعدتان عن بعضهما بعضاً هما صفيحة أفريقيا وصفيحة أمريكا الجنوبية.

ملاحظة: 18- الجزء المرتفع من تيارات الحمل يقال أنه يعمل حفرة انهدام.

ملاحظة: 19- الظاهرة التي تعد دليلاً على تيارات الحمل في الغلاف هي قيم التدفق الحراري.

ملاحظة: 20- المصطلح الذي يستخدم للتعبير عن الحواف القارية النشيطة هو حدود الصفائح.

ملاحظة: 21- الدليل الذي يؤكد نظرية فرضية الصفائح أنطقة بينوف.

ملاحظة: 22- تنشأ البراكين الأنديزيتية في أنطقة الطرح.

ملاحظة: 23- البراكين البازلتية تنشأ من ظهور المحيطات.

ملاحظة: 24- من أمثلة الجزر التي نتجت عن البقع الساخنة هي ميدوي.

ملاحظة: 25- إن الفرضية التي تفسر تكون الزلازل التكتونية هي نظرية الارتداد المرن.

ملاحظة: 26- إن الفرضية التي تفسر تكون الجزر البركانية على طول خط واحد البقع الساخنة.

جدول مواصفات الحجر الرملي وخصائصه

نـوع الحجـــــــر	لونه	مكانه	تكوينه	الحقبة (العصر)	الأحـا فير	الثــروات المعدنية	بيئـــة الترسيب

الرملي							
رمل صويلح (رمل الكرنب)	مزركشة مبرقشة (حمراء، صفراء، بيضاء، بنية خضراء	من الشوبك وحتى عجلون	صخور رملية من معدن الكوارتز	الكريتاسي	-	في أعمال البناء	بيئة قارية (نتيجة الأنهار)
علوي (الديسي)	أبيض ناصع (لا يوجد حديد)	الديسي (غربي وادي عربة وادي الكرك، وادي الموجب، وادي ماعين	معدن الكوارتز خال من أكاسيد الحديد	قديمة (أوردوفيشي) فما فوق	الترايلوبيت (حيوان بحري مفصلي	رمل الزجاج (معدن الكوارتز الأبيض)	بيئة قارية نتيجة الأنهار
السلفي (أم عشرين)	بني، وردي	وادي رم، البتراء (أم عشرين)	معدن الكوارتز أكاسيد حديد (سبب اللون البني)	قديمة (كامبري)	الغرابتوليت (بحري)	-	بيئة قارية (نتيجة الأنهار)

مجموعة الصخور	**منطقة وجودها**	**سمكها**	**المكونات**	**الأحافير**	**الثروات المعدنية**
الأحداث (العلوي) (البلقاء)	في البلقاء	700م في شمال عمان وتصل إلى 100م	حجم جيري+ طباشير+ فوسفات+ صوان	الجلد شوكيات، الرخويات، المسرجيات، بقايا الأسماك، الأمونيت	صخر زيتي فوسفات

				(عظم+أسنان)	
الأقدم (السفلي) (عجلون)	شمال الأردن (عجلون)	تزيد في عمان عن 400م	الحجر الجيري والمارل (الحور) بشكل متعاقب	-	حجارة البناء الرخام البلدي.

دار اليازوري العلمية

الباب السابع

تطور الأردن جيولوجياً

الفصل الثامن عشر
تطور الأردن جيولوجياً

توزيع صخور الحقب الجيولوجية في الأردن:

1- حقبة ما قبل الكامبري: توجد جنوب غرب الأردن (العقبة) تمتد من وادي عربة وحتى المنطقة الوسطى.

2- حقبة الحياة القديمة: تتكشف صخورها جنوبي الأردن وعلى طول وادي عربة حتى المنطقة الوسطى من شرقي البحر الميت.

3- حقبة الحياة المتوسطة: توجد صخورها في المنطقة الوسطى والشمالية من الأردن.

4- حقبة الحياة الحديثة: في معظم أنحاء الأردن بخاصة في المنطقة الشرقية والشمالية الشرقية من الأردن.

ملاحظة: يوجد البازلت في شرق الأردن.

مراحل التطور الجيولوجي في الأردن:

- اذكر أهم المراحل الجيولوجية التي مر بها الأردن؟

1- مرحلة ما قبل الكامبري.

2- مرحلة الحجر الرملي النوبي.

3- مرحلة بحر التيثس.

4- مرحلة نشأة الانهدام الأفريقي السوري.

أولاً: مرحلة ما قبل الكامبري:

أ- الامتداد الزمني:

- وضح لماذا سميت هذه الحقبة بهذا الاسم؟

لأن بعض صخور الأردن يعود زمنها الجيولوجي لمرحلة ما قبل الكامبري.

ملاحظة: 1- تمتد هذه المرحلة منذ تشكل أقدم صخور الأردن وعمرها 800 مليون سنة تقريباً حتى عصر الكامبري (تمتد أعمار هذه الصخور من 570 إلى 800 مليون سنة).

ملاحظة: 2- أقدم صخور شبة جزيرة العرب هو 1200 مليون سنة وبعض هذه الصخور غير موجودة في الأردن.

ب- أنواع الصخور ومواقعها:

ملاحظة: توجد الصخور التي تمثل هذه المرحلة في أقصى جنوبي الأردن حول مدينة العقبة وعلى طول شرق وادي عربة وجنوبي فلسطين وجنوبي سيناء وشرقي مصر والسودان.

- **علل:** لم يكن البحر الأحمر موجوداً في مرحلة ما قبل الكامبري [لم يكن البحر موجوداً في مرحلة تكون صخور ما قبل الكامبري].

لأن البحر الأحمر نشأ في حقبة ما بعد الكامبري.

- وضح صخور ما قبل الكامبري في الأردن:

1- الصخور النارية:

أ- وهي السائدة.

ب- تشكل الصخور الغرانيتية الغالبية العظمى من هذه الصخور.

- عرف الريوليت: هي صخور بركانية حمضية تكثر في وادي عربة.

2- الصخور المتحولة:

أ- قليلة الانتشار.

ب- أهمها صهور الشيست والنايس.

ج- هي الأقدم (عمرها 800 مليون سنة).

د- تقع في وادي أبو برقة الذي يقع على بعد 80كم شمالي العقبة في وادي عربة.

3- الصخور الرسوبية:

أ- قليلة جداً.

ب- أهمها صخور الكونغلوميرات (كونغلوميرات السرموج).

ج- تقع في وادي السرموج قرب غور الصافي جنوب شرقي البحر الميت (عمرها 600 مليون سنة).

ج- الأحافير:

- **علل:** في مرحلة ما قبل الكامبري لا يوجد أحافير.

لأن معظم الكائنات المنتشرة في ذلك الزمن من الرخويات (ليس لها هيكل صلب).

د- الثروات المعدنية:

- اذكر استخدامات كل من:

1- صخور الغرانيت: تقص وتلمع وتستعمل ألواحاً غرانيتية لتزيين واجهات بعض المباني أو البلاط.

2- الغرانيت المتجوي والمتكسر: صناعة الزجاج بديلاً للفلسبار وفي صناعة السيراميك وكمادة صاهرة.

هـ- الأحداث الجيولوجية في هذه المنطقة:

1- الدرع العربي يشمل صخور هذه المرحلة جزيرة العرب، شرقي مصر والسودان وجنوبي كل من سيناء وفلسطين والأردن.

2- الدرع العربي لم يغمر جميعه بمياه البحر، مع أن أطرافه يمكن أن تكون قد غمرت.

3- نتيجة وقوع الأردن على أطراف الدرع من الشمال فقد حدث له عمليات حت فقامت الرياح والأنهار بحت الجبال، واستمرت العملية حتى أزيلت تلك القمم الجبلية تماماً بحيث أصبح سطح الأردن مستو (وادي رم).

- **عرف سطح التسوية:** هو السطح العلوي لصخور الغرانيت ما قبل الكامبري والتي تتكشف في منطقة العقبة في الأردن.

- **علل:** لا نرى الصخور الغرانيتية الموجودة في العقبة في منطقة عمان.

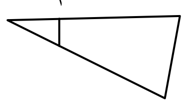
وذلك لأن الصخور الغرانيتية تمثل سطح تسوية يميل نحو الشمال الشرقي بعدة درجات ولذلك لا نراه (موجودة على أعماق بعيدة من الأرض).

سؤال: هب أن سطح التسوية (السطح العلوي لمرحلة ما قبل الكامبري) يميل بمقداره درجات نحو الشمال في منطقة القويرة القريبة من منطقة وادي

رم. على أي عمق يوجد السطح العلوي (سطح التسوية) لهذه المرحلة تحت مدينة عمان إذا علمت أن المسافة بين القويرة وعمان 300كم؟

الحل:

300 كم



طا 5 = س / 30 ← س = 26كم

ثانياً: مرحلة الحجر الرملي النوبي:

ملاحظة: صخور رمل الكرنب (رمل صويلح)

أ- حدودها وتسميتها (100 إلى 570 مليون سنة) (بداية العصر الكامبري حتى العصر الكريتاسي الأسفل).

- علل: اختيارنا للحدين (بداية الكامبري حتى الكريتاسي الأسفل) لهذه المرحلة واعتبارها وحدة تطورية واحدة.

1- أن الحد السفلي هو الحد الذي تنتهي عنده صخور ما قبل الكامبري الغرانيتية والمتحولة، فلا نجدها بعد هذا الحد أبداً، وهو حد طبيعي بين حقبة ما قبل الكامبري (الأقدم) وحقبة الحياة القديمة (الأحدث).

2- إن الحد العلوي حد طبيعي، عند الحد انتهى ترسب الصخور الرملية القارية في الأردن وسادت جميع الأردن الرواسب البحرية الجيرية، لأن البحر قد غمر جميع الأردن.

3- تشابه الصخور المكونة لهذه المرحلة ومعظمها مكونة من الصخور الرملية.

- **علل:** تسمية هذه المرحلة: مرحلة الحجر التوبي"

لأن الحجر الرملي هو المكون الرئيسي لهذه المرحلة وحيث أنهم درسوا بلاد النوبة جنوب مصر.

ملاحظة: 1- الامتداد الزمني لهذه المرحلة يشمل حقبة الحياة القديمة كلها وجزءاً مهماً من حقبة الحياة المتوسطة.

ملاحظة: 2- الحد العلوي لهذه المرحلة موجود ضمن العصر الكريتاسي.

ب- صخور المرحلة "الحجر الرملي النوبي" وموقعها في الأردن:

1- تقع هذه الصخور أقصى جنوبي الأردن وعلى طول شرقي وادي عربة – البحر الميت.

2- الحجر الرملي هو الصخر الأكثر شيوعاً في هذه المرحلة.

3- توجد صخور غير الرملية في هذه الحقبة.

- **صخور الدولوميت:** العصر الجوراسي في البلقاء.

- **صخور الجبس:** العصر الترياسي في نهر الأردن.

- **صخور الصلصال المرافقة لصخور الكرنب:** العصر الكريتاسي.

- **علل:** يوجد ترسيب من بيئة بحرية بين رمل الكرنب والديسي.

لوجود أحافير الترايلوبيت البحرية.

ج- أهم الثروات المعدنية:

1- رمل الزجاج: رمل أبيض نقي من الكوارتز الأبيض (جميع صخور رمل الديسي من هذا النوع) من (قاع الديسي حتى البحر الميت).

- **عرف الثروة الواعدة:** هي ثروة يمكن استغلالها في ظروف معينة وتحقيق فائدة اقتصادية، لكن في الوقت الحالي لا قيمة اقتصادية لها.

2- النحاس والمنغنيز: في وادي عربة.

- صخور الدولوميت والغضار: غربي قرية ضانا.

3- الجبس: في وادي نهر الزرقاء ويستعمل في صناعة الأسمنت.

4- الصلصال أو الكاؤلين: يرافق صخور الكرنب.

- يوجد غربي ماحص، يستعمل في بعض أنواع الخزف.

- **علل:** الصلصال الأردني سيئ.

لاختلاطه بالرمل وتلوثه باللون الأحمر الناتج من وجود أكاسيد الحديد.

ملاحظة:

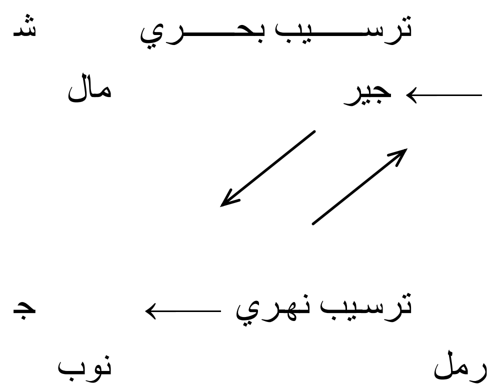
الأردن مسرح لتداخل الترسيب البحري والترسيب النهري.

د- الأحداث الجيولوجية:

- تفاعل بيئتين جيولوجيتين:

1- بيئة قارية: كان البحر بعيداً عنها وكان سطح الأردن مسرحاً لأعمال الأنهار الآتية من الجنوب نحو الشمال.

2- بيئة بحرية: في الشمال، حيث كان البحر يتقدم أحياناً جنوباً فيغمر سطح الأردن، فيبقى سطح الأرض معرضاً لأعمال الأنهار.



هـ- التسلسل الجيولوجي:

1- انتهت مرحلة ما قبل الكامبري، رسبت صخور أم عشرين الرملية وما سبقها، رسبت صخور رمل الديسي فوقها.

2- تقدم البحر من الشمال إلى الجنوب أثناء ترسيب رمل الديسي ثم تراجع البحر شمالاً وعادت الأنهار ترسب الرمال في أقصى جنوبي الأردن.

3- في وادي عربة كان تأثير البحر أكثر وضوحاً، حيث يغلب على الرواسب الرملية أنها بحرية مع قليل من نتاج الأنهار.

- علل: صخور الجوراسي غير موجودة إلا في شمال عمان (صخور الجوراسي غير موجودة في الجنوب).

لأن البحر لم يتجاوز هذه المنطقة جنوباً.

- **علل:** ترسبت صخور رمل الكرنب فوق الجوراسي نتيجة الأنهار في معظم مناطق الأردن عدا شماله.

لأن شمال الأردن في العصر الجوراسي خضع للترسيب البحري.

ثالثا: مرحلة طغيان بحر التيشس:

أ- حدودها وتسميتها

- طغى بحر التيشس على الأردن جميعه تقريباً (بداية العصر الكريتاسي الأعلى منذ "100 مليون سنة" حتى نهاية عصر الأيوسين "قبل 40 مليون سنة".

- بداية هذه المرحلة ونهايتها لا علاقة لها بحدود الحقب الجيولوجية (انتهاء حقبة الحياة المتوسطة حتى أواسط الحديثة).

- الترسيب البحري (الجير) هو العامل الرئيسي الذي على أساسه وضعت حدود مرحلة طغيان بحر التيشس.

ب- أنواع الصخور:

- **علل:** يسهل تمييز "تكوين عمان" عما سواه.

لاحتوائه على الفوسفات والصوان.

- **علل:** وجود كميات كبيرة من الفوسفات في الأردن.

نتيجة الامتداد الكبير "لتكوين عمان" الغني بالفوسفات فتراه في اربد، لواء الكورة، عمان، مأدبا، الزرقاء، ذيبان، الكرك، معظم قرى الشوبك، وادي الموجب والحسا، طريق عمان-العقبة.

ج- الثروات المعدنية:

1- حجارة البناء: حجر عجلون، حجر معان.

2- الرخام البلدي: صخر جيري، يقص ويستعمل في المطابخ.

- علل: الرخام البلدي ليس رخاماً بالمعنى الجيولوجي.

لأنه ليس صخراً متحولاً لكنه صلب بما فيه الكفاية.

3- الجبس: في وسط الأردن الغربي، يباع لمصنع الأسمنت.

4- الصخر الزيتي: هو صخر جيري طباشيري تركزت فيه المادة العضوية وأعطته اللون الأسود المميز له.

- يوجد في أواسط الأردن شرقي الكرك.

- علل: أهمية الصخور الزيتية.

لأنها تستعمل مصدراً للطاقة إما بحرقها مباشرة وتوليد الكهرباء منها بدلاً من النفط أو بتقطيرها واستخراج النفط منها.

5- الفوسفات: الثروة الحقيقية للأردن.

د- الأحداث الجيولوجية:

ما الدليل على أن المياه "بحر التيثس" التي غمرت الأردن لم تكن عميقة؟

1- كون الأردن جزءاً من الرصيف القاري الجنوبي لبحر التيشس ومياه الرصيف القاري لا تكون عميقة جداً.

2- وجود رواسب الفوسفات في الحسا وسط الأردن وقد ترسبت من مياه قد لا تزيد على 50م عمقاً.

3- إن شعاب المحار المرافقة للرواسب قد عاشت في مياه أقل عمقاً من ذلك.

لذلك ترسب الفوسفات والصوان في هذه المرحلة بين الصخور الجيرية؟

1- كانت تيارات بحرية تدفع الماء البارد من أعماق محيط التيثس.

2- هذه المياه الباردة العميقة غنية بالفسفور والسيليكون وهما الغذاء الرئيسي للعوالق البحرية فتكاثرت العوالق البحرية وازدهرت الحياة البحرية لأن العوالق أو حلقة في سلسلة الغذاء البحري.

3- بموت العوالق ودفنها في الرواسب البحرية ونتيجة احتوائها على السيليكون والفوسفور تكونت صخور الفوسفات والصوان مترافقة.

- **علل:** وجود الصخر الزيتي فوق الفوسفات مباشرة أو معه.

إن المادة العضوية للعوالق التي كانت موجودة بكثرة قد تجمعت في الرواسب البحرية دون أن تتأكسد أو تتحلل فتشكل منها الصخر الزيتي ثم انقطعت التيارات البحرية الباردة الصاعدة نتيجة تكتونية تتعلق بحركات الصفيحة الأفريقية العربية وانقطع ترسب الفوسفات في الأردن، وعادت الرواسب الجيرية إلى سابق عهدها.

- **علل:** لا يوجد رواسب جيرية (بحرية) في الأردن بعد 40 مليون سنة. [عصر الأيوسين 40 مليون سنة إلى 45 مليون سنة].

وذلك لحدوث حركات أرضية صفائحية أدت إلى رفع الأردن والمناطق المجاورة إلى ما يكفي لأن يتراجع محيط التيثس فانقطع الترسيب البحري الجيري.

رابعاً: مرحلة نشأة الانهدام الأفريقي – السوري.

أ- الأحداث الجيولوجية:

1- تشكلت في هذه المرحلة حفرة الانهدام التي تمتد 6000كم من شمال سوريا مروراً بسهل البقاع في لبنان إلى غور الأردن، فالبحر الميت، وادي عربة، البحر الأحمر، شرقي أفريقيا.

2- نشأ هذا النظام قبل 15 مليون سنة (أواسط الميوسين).

3- نشأ البحر الأحمر في هذه المرحلة.

4- نشأ الانهدام الأردني أو ما يعرف بصدع الأردن التحويلي أو صدع البحر الميت التحويلي في هذه المرحلة.

- اذكر أهم الأحداث التي مرت في مرحلة نشأة الانهدام الأفريقي – السوري؟

1- انفتاح خليج عدن والبحر الأحمر، وتدفق مياه المحيط الهندي من الجنوب وغمرها له، وبذلك نشأ البحر الأحمر لأول مرة.

2- أصبح خليج عدن والبحر الأحمر مناطق حدود صفائح تباعدية (بدأت الصفيحة العربية بالتشكل).

3- نشأ صدع الأردن التحويلي (نهاية خليج العقبة حتى تركيا) أي قرابة 1000كم.

4- لم تغمر المياه خليج العقبة إلا في وقت متأخر جداً.

5- بدأ انفتاح الانهدام الأردني (وادي عربة – غور الأردن) منذ أواسط الميوسين، ولم تدخله المياه ومازال كذلك.

6- نشأة الأودية الكبيرة في الأردن مثل وادي الموجب والحسا والزرقاء واليرموك.

7- في الأزمنة المطيرة تشكلت بحيرات كبيرة في المناطق المنخفضة، مثل غور الأردن، البحر الميت، الأزرق، قاع الجفر.

علل: جبال الأردن وفلسطين ليست جبالاً بالمعنى الحقيقي.

إن الأردن وفلسـطين كانتـا منطقـة مسـتوية ونتيجـة حفـرة الانهـدام وألحـت والتعريـة فيـه، بـرزت مرتفعات حول الانهدام فأصبح شكلها كالجبال مقارنـة بحفرة الانهدام.

- **علل:** ارتفاع جبال الشوبك (الجنوب) مقارنة بجبال عجلون (الشمال).

لأن عملية الرفع أشد في الجنوب منها في شمال الأردن.

- إذا علمت أن عمق البحر الميت الحـالي 400م، كم تقدر فرق الارتفـاع بين قمم جبال الشوبك وقاع البحر الميت؟ وإذا علمت أنها تمت في 15 مليون سنة، فما هو معدل الحركة الرأسية في المنطقة؟

الحل:

$$1800 + 400 = 2200 \leftarrow \text{المعدل} = \frac{\text{ف}}{\text{ز}} = \frac{2200 \times 100}{15 \times 60^{6}} = 0.015 \text{ سم/سنة.}$$

- فسـر نشـأة الأوديـة الكبيـرة فـي الأردن (وادي الموجـب، الحسـا، الزرقـاء، اليرموك).

1- بـدأ الانهدام الأردنـي بالتشـكل والانخفـاض ثـم هطلـت ميـاه الأمطـار فـوق أطرافه الشرقية ثم عادت إليه بالجريـان السطحي ثـم أخذت تشكل أوديـة صـغيرة فـي البداية.

2- ازداد خفض قاع الانهدام ورفع الجبال، وكان لابد من تصريف الأمطار طبيعياً فازداد تعمق هذه الأودية وازداد طولها نحو الشرق وستستمر هذه العملية ما دامت عمليتا خفض قاع الانهدام ورفع الجبال مستمرة.

ب- أنواع الصخور:

- هناك نوعان من الترسيب:

1- ترسيب قاري: نتج معظمه عن الأودية.

2- ترسيب في البحيرات التي تجمعت فيها مياه الأودية.

- عرف الحصباء: فتات صخري تجلبه مياه الأمطار إلى الأودية بحيث يتماسك ويتصلب ويتحول إلى كونغلوميرات.

ملاحظة: 1- من أشهر البحيرات التي تكونت "بحيرة اللسان" التي امتدت 220كم من طبرية إلى جنوب البحر الميت، وسميت بذلك نسبة إلى شبه الجزيرة اللسان في البحر الميت.

ملاحظة: 2- البحر الميت بشكله الحالي لم يوجد إلا قبل 11000 سنة.

ج- المصادر المعدنية:

- أهم مصدر معدني هو أملاح البحري الميت.

- ملوحة البحر الميت تزيد عن 320 غم/لتر.

- عمق مستوى سطحه 408م تحت سطح البحر المتوسط.

دور الجيولوجيا في تنمية الأردن:

- علل: أهمية الجيولوجيا في استغلال ثروات الأرض المعدنية.

لأن الجيولوجي هو القادر على التحري عن هذه الثروات المعدنية وتعرفها وتحديد كمياتها واستعمالاتها.

ملاحظة: تصنيف الثروات المعدنية في الأردن تحت اسم الصخور الصناعية (الفوسفات، أملاح البحر الميت، الحجر الجيري، الرمل، رمل الزجاج،....).

- اذكر أهم الصناعات التي قامت على هذه الخامات.

1- مناجم الفوسفات.

2- تصدير رمل الزجاج.

3- صناعة الغرانيت والرخام البلدي.

4- صناعة الأسمدة الكيميائيات في العقبة والشيدية.

5- صناعة الأسمنت في الفحيص والرشادية.

ملاحظة: تصدير الزيوليت (التف البركاني) كتربة في زراعة الأشتال.

ملحق:

1- اذكر أهم الثروات المعدنية في عصر الكريتاسي العلوي وأماكن وجوها؟

الجواب: **عصر الكرياسي العلوي (بحر التيشس).**

أ- الفوسفات: الحسا ومختلف مناطق المملكة.

ب- الصخر الزيتي: (شرقي الكرك).

ج- الجبس: الموجب والكرك والطفيلة.

د- الرخام البلدي: عجلون.

هـ- حجارة البناء: عجلون وحول عمان.

2- وضح دور التيارات البحرية الصاعدة في ترسيب صخور الفوسفات والصوان والصخر الزيتي.

الجواب:

وذلك لأن التيارات البحرية الصاعدة الباردة غنية بالفسفور والسيليكون وهما الغذاء الرئيسي للعوالق البحرية لذا تزدهر هذه الكائنات الحية ويزداد تكاثرها فتغنى الرسوبيات بهذه العناصر عند موت الكائن الحي وتراكم أصدافها فينتج عن ذلك الفوسفات والصوان، أما الصخر الزيتي فإن تراكم المواد العضوية من العوالق ودفنها دون تعرضها للأكسدة أو التحلل فإنه يساعد على حفظ المواد العضوية في الرسوبيات فتكون غنية بالصخر الزيتي.

3- علل: الارتفاع الزائد لجبال الشراة عن جبال عجلون.

الجواب: لأن معدل رفع سطح الأردن في الجنوب أكبر منه في الشمال.

4- فسر كيف تكونت أودية: الواله، ونهر الزرقاء.

الجواب:

نتيجة عاملين رئيسيين:

أ- تشكل حفرة الانهدام الأردني نتيجة العمليات التكتونية واستمرار عمليات رفع جبال الأردن وخفض قاع الانهدام بحيث ازداد تعمق الأودية وازداد طولها نحو الشرق.

ب- الحت والتعرية الناجم عن الأمطار والسيول والفيضانات.

5- مياه البحر الميت كانت يوماً ما عذبة، ما سبب ملوحتها حالياً.

الجواب:

أ- قلة المياه المغذية العذبة للبحر وقلة الأمطار.

ب- زيادة معدل التبخر نتيجة تغير المناخ.

6- تعرضت صخور الأردن النارية والمتحولة لمرحلة نشطة من الحت أثناء فترة ما قبل الكامبري أدت إلى استواء سطح الأردن، ويستدل على ذلك من وجود سطح التسوية الذي نجده أسفل صخور الحجر الرملي النوبي، كيف تفسر وجود جبال العقبة وجنوبي وادي عربة الشاهقة التي تتكون من صخور ما قبل الكامبري.

الجواب:

نتيجة العمليات التي تمت وهي:

أ- عملية ترسيب الحجر الرملي النوبي فوق التسوية.

ب- عملية رفع المنطقة في وأواخر الأيوسين نتيجة حركة الصفيحة الأرضية العربية فكان معدل رفعها في الجنوب أكثر من الشمال.

7- ما الأسس التي أستند عليها في وضع الحد العلوي لوحدة الحجر الرملي النوبي.

الجواب:

طغيان بحر التيشس وترسيب الحجر الجيري البحري.

8- اذكر أسماء عشر مناطق في الأردن يتكشف فيها حجر رمل الديسي.

الجواب: جبال رم، رأس النقب، قاع الديسي، البتراء، الراجف، القويرة، ضانا، وادي غرندل، عين الهشيم.

9- ما الفرق الرئيسي بين حجر رمل أم عشرين وحجر رمل الكرنب؟

الجواب: عمر كل منهما فحجر أم عشرين من عصر الكامبري، أما حجر رمل الكرنب فالكريتاسي الأسفل.

10- تتبع تجاوزات البحر أو طغيانه وانحساراته في أثناء حقبة الحياة القديمة والمتوسطة.

الجواب: أ- تجاوز وطغيان في عصر الكامبري وترسيب تكون البرج (في المناطق الوسطى والشمالية من وادي عربة).

ب- تجاوز وطغيان في عصر الكامبري والأوردوفيشي وترسيب أجزاء من تكوين الديسي.

ج- تجاوز وطغيان في عصر الأردوفيشي والسيلوري وترسيب مجموعة خريم.

د- تجاوز وطغيان في العصر الترياسي.

هـ- تجاوز وطغيان في عصر الجوراسي وترسيب مجموعة زرقاء ماعين.

و- تجاوز في عصر الكريتاسي الأسفل وترسيب مجموعة الكرنب.

ز- طغيان في عصر الكريتاسي الأعلى وترسيب مجموعة عجلون والبلقاء.

11- إذا عثر في عينة صخرية جمعت من منطقة جبلية ارتفاعها 3000 م فوق سطح البحر على بقايا أحفورة سمكة عمرها 15 مليون سنة، ما المعدل الذي ارتفعت به هذه المنطقة الجبلية عن سطح البحر بالسنتمترات/سنة؟

الحل:

ف 100×3000

المعدل = $\frac{}{ز}$ = $\frac{}{15 \times 10^{6}}$ = 0.02 سم/سنة

ملاحظة: 1- ساد الترسيب البحري في أثناء تكون وحدة الرمل النوبي في شمالي الأردن.

ملاحظة: 2- يستخرج الرمل الزجاجي من صخور الديسي.

ملاحظة: 3- توجد خامات النحاس والمنغنيز في وادي ضانا.

ملاحظة: 4- امتدت مرحلة الحجر الرملي النوبي إلى 470 مليون سنة.

ملاحظة: 5- أقدم الصخور في الأردن يعود عمرها إلى 800 مليون سنة.

ملاحظة: 6- أكثر أنواع صخور ما قبل الكامبري انتشاراً في الأردن هي الغرانيت.

ملاحظة: 7- يستخرج الفوسفات من صخور تكوين عمان.

ملاحظة: 8- توجد أحفورة الأمونيت في الأردن في مجموعة البلقاء.

ملاحظة: 9- تراجع برح التيثس كلية عن الأردن في الأوليغوسين.

ملاحظة: 10- يمكن استغلال الجبس من صخور مرحلة الحجر النوبي وبحر التيثس.

ملاحظة: 11- رمل صويلح هو الاسم العامي لصخور مجموعة الكرنب.

ملاحظة: 12- أحدث المعالم الجيولوجية في مرحلة الانهدام الأفريقي السوري عمر خليج العقبة.

ملاحظة: 13- أقدم صخور الدرع العربي في الأردن هو 1200 مليون سنة.

ملاحظة: 14- أقدم صخور الأردن هي الشيست والنايس (متحولة).

ملاحظة: 15- يمكن استغلال خامات الفلسبار من صخور مرحلة ما قبل الكامبري.

ملاحظة: 16- من المجموعات التي تنتمي إلى مرحلة الحجر النوبي مجموعة رم (البتراء) ومجموعة الكرنب.

ملاحظة: 17- توجد صخور البازلت في الأردن في المنطقة الشرقية.

ملاحظة: 18- أقدم صخور الأردن المتحولة.

ملاحظة: 19- أهم الصخور النارية في الأردن هي الغرانيت.

ملاحظة: 20- تميزت مرحلة ما قبل الكامبري في الأردن بعدم وجود أحافير.

ملاحظة: 21- يستخدم في صناعة الزجاج (الغرانيت المتجوي، رمل الزجاج، الفلسبار).

ملاحظة: 22- يستخدم الغرانيت في صناعة السيراميك.

فرغت منه بفضل الله تعالى ورحمته العظيمة يوم الأربعاء، عمان في 9 رجب 1425 من هجرة سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم الموافق 25 آب لعام 2004 من ميلاد سيدنا عيسى عليه الصلاة والسلام.

جدول مواصفات الحجر الرملي وخصائصه

نوع الحجر الرملي	لونه	مكانه	تكوينه	الحقبة (العصر)	الأحافير	الثروات المعدنية	بيئة الترسيب
رمل صويلح (رمل الكرنب)	مزركشة مبرقشة (حمراء، صفراء، بيضاء، بنية خضراء	من الشوبك وحتى عجلون	صخور رملية من معدن الكوارتز	الكريتاسي	-	في أعمال البناء	بيئة قارية (نتيجة الأنهار)
علوي (الديسي)	أبيض ناصع (لا يوجد حديد)	الديسي (غربي وادي عربة وادي الكرك، وادي الموجب،	معدن الكوارتز خال من أكاسيد الحديد	قديمة (أوردوفيشي) فما فوق	الترايلوبيت (حيوان بحري مفصلي	رمل الزجاج (معدن الكوارتز	بيئة قارية نتيجة الأنهار

		وادي ماعين			الأبيض)		
السـ فلـــــي (أم عشرين)	بنـــــي، وردي	وادي رم، البتراء (أم عشرين)	معــــدن الكــوارتز أكاســيد حديد (سبب اللون البني)	قديمـة (كامبري)	الغـرا بتوليـــــت (بحري)	-	بيئـة قاريـة (نتيجـة الأنهار)

مجموعـــة الصخور	منطقـــــة وجودها	سمكها	المكونات	الأحافير	الثــــروات المعدنية
الأحـــداث (العلوي) (البلقاء)	في البلقاء	700م فـــي شـــمال عمـــان وتصل إلى 100م	حجـــــم جيري+ طباشـــير+ فوسفات+ صوان	الجلـــــد شــــــوكيات، الرخويــــــات، المسرجيات، بقايا الأسماك، الأمونيت (عظم+أسنان)	صخر زيتي فوسفات
الأقـــــدم (السفلي) (عجلون)	شــــمال الأردن (عجلون)	تزيـد فـــي عمان عن 400م	الحجـــــر الجيـري والمـارل (الحــور) بشــكل	-	حجــــارة البنــــاء الرخـــام البلدي.

			متعاقب		